



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111611933 B

(45) 授权公告日 2023.07.14

(21) 申请号 202010441086.7

G06V 30/148 (2022.01)

(22) 申请日 2020.05.22

G06V 30/19 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06V 10/80 (2022.01)

申请公布号 CN 111611933 A

G06N 3/08 (2023.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

(43) 申请公布日 2020.09.01

G06V 10/82 (2022.01)

(73) 专利权人 中国科学院自动化研究所

(56) 对比文件

地址 100190 北京市海淀区中关村东路95号

CN 106845475 A, 2017.06.13

CN 109117713 A, 2019.01.01

WO 2020010547 A1, 2020.01.16

(72) 发明人 王春恒 杜臣 史存召 肖柏华
王燕娜

审查员 蒋娜

(74) 专利代理机构 北京市恒有知识产权代理事
务所(普通合伙) 11576

专利代理师 郭文浩 尹文会

(51) Int. Cl.

G06V 30/40 (2022.01)

权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

文档图像的信息提取方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种文档图像的信息提取方法及系统,所述提取方法包括:基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;采用分水岭算法,对字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;根据位置信息,对字符进行合并,得到待识别图像的识别信息。本发明通过全卷积神经网络、分水岭算法、连通域提取方法,确定待识别文档图像的各分割图像中的字符,并基于深度神经网络的字符识别模型,确定各字符的位置信息;进而根据位置信息对字符进行合并,可准确得到待识别图像的识别信息。



1. 一种文档图像的信息提取方法,其特征在于,所述提取方法包括:
 - 基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
 - 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
 - 通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定种子点;
 - 通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定所述字符感知响应图中所有的字符区域;
 - 根据所述种子点,采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割,得到分割图像;
 - 还包括:根据各字符区域,将所述待识别文档图像划分为多块待识别文本域,并确定各所述待识别文本域的类型属性;
 - 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;
 - 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;
 - 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别文档图像的识别信息;
 - 针对每一个待识别文本域,
 - 根据位置信息,对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序;
 - 根据字符之间的间隙,将从上到下排序完成的字符分成不同文本行;
 - 根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序;
 - 从左到右合并每一文本行中的字符,得到各文本行识别结果;
 - 从上到下合并各文本行识别结果,得到字符串;
 - 根据各待识别文本域的字符串,确定所述待识别文档图像的识别信息。
2. 根据权利要求1所述的文档图像的信息提取方法,其特征在于,所述字符感知响应图为从字符的矩形包围框的中心位置到字符边缘位置强度逐渐衰减的强度图。
3. 根据权利要求1所述的文档图像的信息提取方法,其特征在于,所述全卷积神经网络包括依次连接的第一特征提取层、跨层特征融合层和强度感知预测层;
 - 所述基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图,具体包括:
 - 通过所述第一特征提取层,对所述待识别文档图像进行特征提取,得到不同层次的图像特征;
 - 通过所述跨层特征融合层,对不同层次的特征,依次进行自动分配权重并加权合并、级联合并、特征融合,得到多通道的融合特征图像;
 - 通过强度感知预测层,将所述多通道的融合特征图像映射为单通道的强度图,所述单通道的强度图为字符感知响应图。
4. 根据权利要求1所述的文档图像的信息提取方法,其特征在于,所述信息提取方法还包括:
 - 按照待识别文本域的类型属性,将各待识别文本域的字符串存储到数据库中对应的类型条目下。
5. 一种文档图像的信息提取系统,其特征在于,所述信息提取系统包括:
 - 确定单元,用于基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
 - 分割单元,用于采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
 - 通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定种子点;

通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定所述字符感知响应图中所有的字符区域;

根据所述种子点,采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割,得到分割图像;

还包括:根据各字符区域,将所述待识别文档图像划分为多块待识别文本域,并确定各所述待识别文本域的类型属性;

提取单元,用于通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;

识别单元,用于基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

合并单元,用于根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别文档图像的识别信息;

针对每一个待识别文本域,

根据位置信息,对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序;

根据字符之间的间隙,将从上到下排序完成的字符分成不同文本行;

根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序;

从左到右合并每一文本行中的字符,得到各文本行识别结果;

从上到下合并各文本行识别结果,得到字符串;

根据各待识别文本域的字符串,确定所述待识别文档图像的识别信息。

6. 一种文档图像的信息提取系统,包括:

处理器;以及

被安排成存储计算机可执行指令的存储器,所述可执行指令在被执行时使所述处理器执行以下操作:

基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;

采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;

通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定种子点;

通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定所述字符感知响应图中所有的字符区域;

根据所述种子点,采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割,得到分割图像;

还包括:根据各字符区域,将所述待识别文档图像划分为多块待识别文本域,并确定各所述待识别文本域的类型属性;

通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;

基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别文档图像的识别信息;

针对每一个待识别文本域,

根据位置信息,对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序;

根据字符之间的间隙,将从上到下排序完成的字符分成不同文本行;

根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序;

从左到右合并每一文本行中的字符,得到各文本行识别结果;

从上到下合并各文本行识别结果,得到字符串;

根据各待识别文本域的字符串,确定所述待识别文档图像的识别信息。

7.一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储一个或多个程序,所述一个或多个程序当被包括多个应用程序的电子设备执行时,使得所述电子设备执行以下操作:

基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;

采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;

通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定种子点;

通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定所述字符感知响应图中所有的字符区域;

根据所述种子点,采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割,得到分割图像;

还包括:根据各字符区域,将所述待识别文档图像划分为多块待识别文本域,并确定各所述待识别文本域的类型属性;

通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;

基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别文档图像的识别信息;

针对每一个待识别文本域,

根据位置信息,对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序;

根据字符之间的间隙,将从上到下排序完成的字符分成不同文本行;

根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序;

从左到右合并每一文本行中的字符,得到各文本行识别结果;

从上到下合并各文本行识别结果,得到字符串;

根据各待识别文本域的字符串,确定所述待识别文档图像的识别信息。

文档图像的信息提取方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理和文字检测识别技术领域,特别涉及一种文档图像的信息提取方法及系统。

背景技术

[0002] 文字检测和识别作为一项重要的技术,具有巨大的应用价值和广阔的应用前景,尤其是文档图像的自动识别录入。例如,文档图像的自动识别录入可以直接应用于票据识别、报表识别、身份证识别录入、银行卡号自动识别、名片识别等。

[0003] 现有的基于深度学习的文字检测识别方法大多针对于场景图像中的字符串进行检测识别。相对于场景文字检测与识别,文档图像以文字区域为主体部分,且文字密度高,文字区域具有结构信息。直接采用场景字符串检测方法会造成字符串检测结果检测框划分错误、长短不齐、横跨文本域等问题,为文档识别结果处理与结构化输出造成困难。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中的上述问题,即为了提高文档图像中信息提取的准确性,本发明的目的在于提供一种文档图像的信息提取方法及系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种文档图像的信息提取方法,所述提取方法包括:

[0007] 基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;

[0008] 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;

[0009] 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;

[0010] 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

[0011] 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。

[0012] 可选地,所述字符感知响应图为从字符的矩形包围框的中心位置到字符边缘位置强度逐渐衰减的强度图。

[0013] 可选地,所述全卷积神经网络包括依次连接的第一特征提取层、跨层特征融合层和强度感知预测层;

[0014] 所述基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图,具体包括:

[0015] 通过所述第一特征提取层,对所述待识别文档图像进行特征提取,得到不同层次的图像特征;

[0016] 通过所述跨层特征融合层,对不同层次的特征,依次进行自动分配权重并加权合并、级联合并、特征融合,得到多通道的融合特征图像;

[0017] 通过强度感知预测层,将所述多通道的融合特征图像映射为单通道的强度图,所述单通道的强度图为字符感知响应图。

[0018] 可选地,所述采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到分割图像,

具体包括：

[0019] 通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割，确定种子点；

[0020] 通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割，确定所述字符感知响应图中所有的字符区域；

[0021] 根据所述种子点，采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割，得到分割图像。

[0022] 可选地，所述采用分水岭算法，对所述字符感知响应图进行分割，得到分割图像，还包括：

[0023] 根据各字符区域，将所述待识别文本图像划分为多块待识别文本域，并确定各所述待识别文本域的类型属性。

[0024] 可选地，所述根据所述位置信息，对字符进行合并，得到所述待识别图像的识别信息，具体包括：

[0025] 针对每一个待识别文本域，

[0026] 根据位置信息，对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序；

[0027] 根据字符之间的间隙，将从上到下排序完成的字符分成不同文本行；

[0028] 根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序；

[0029] 从左到右合并每一文本行中的字符，得到各文本行识别结果；

[0030] 从上到下合并各文本行识别结果，得到字符串；

[0031] 根据各待识别文本域的字符串，确定所述待识别图像的识别信息。

[0032] 可选地，所述信息提取方法还包括：

[0033] 按照待识别文本域的类型属性，将各待识别文本域的字符串存储到数据库中对应的类型条目下。

[0034] 为解决上述技术问题，本发明还提供了如下方案：

[0035] 一种文档图像的信息提取系统，所述信息提取系统包括：

[0036] 确定单元，用于基于全卷积神经网络，根据待识别文档图像，得到字符感知响应图；

[0037] 分割单元，用于采用分水岭算法，对所述字符感知响应图进行分割，得到多个分割图像；

[0038] 提取单元，用于通过连通域提取方法，对各分割图像进行字符提取，得到各分割图像中的字符；

[0039] 识别单元，用于基于深度神经网络的字符识别模型，对各字符进行识别，确定各字符的位置信息；

[0040] 合并单元，用于根据所述位置信息，对字符进行合并，得到所述待识别图像的识别信息。

[0041] 为解决上述技术问题，本发明还提供了如下方案：

[0042] 一种文档图像的信息提取系统，包括：

[0043] 处理器；以及

[0044] 被安排成存储计算机可执行指令的存储器，所述可执行指令在被执行时使所述处理器执行以下操作：

[0045] 基于全卷积神经网络，根据待识别文档图像，得到字符感知响应图；

- [0046] 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
- [0047] 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;
- [0048] 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;
- [0049] 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。
- [0050] 为解决上述技术问题,本发明还提供了如下方案:
- [0051] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储一个或多个程序,所述一个或多个程序当被包括多个应用程序的电子设备执行时,使得所述电子设备执行以下操作:
- [0052] 基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
- [0053] 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
- [0054] 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;
- [0055] 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;
- [0056] 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。
- [0057] 根据本发明的实施例,本发明公开了以下技术效果:
- [0058] 本发明通过全卷积神经网络、分水岭算法、连通域提取方法,确定待识别文档图像的各分割图像中的字符,并基于深度神经网络的字符识别模型,确定各字符的位置信息;进而根据位置信息对字符进行合并,可准确得到待识别图像的识别信息。

附图说明

- [0059] 图1是本发明文档图像的信息提取方法的流程图;
- [0060] 图2是基于全卷积神经网络确定字符感知响应图的示意图;
- [0061] 图3是用于跨层特征融合的通道敏感注意力机制示意图;
- [0062] 图4是本发明文档图像的信息提取系统的模块结构示意图。
- [0063] 符号说明:
- [0064] 确定单元—1,分割单元—2,提取单元—3,识别单元—4,合并单元—5。

具体实施方式

- [0065] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非旨在限制本发明的保护范围。
- [0066] 本发明的目的是提供一种文档图像的信息提取方法,通过全卷积神经网络、分水岭算法、连通域提取方法,确定待识别文档图像的各分割图像中的字符,并基于深度神经网络的字符识别模型,确定各字符的位置信息;进而根据位置信息对字符进行合并,可准确得到待识别图像的识别信息。
- [0067] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。
- [0068] 如图1所示,本发明文档图像的信息提取方法包括:
- [0069] 步骤100:基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
- [0070] 步骤200:采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
- [0071] 步骤300:通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中

的字符；

[0072] 步骤400:基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

[0073] 步骤500:根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。

[0074] 其中,所述字符感知响应图为从字符的矩形包围框的中心位置到字符边缘位置强度逐渐衰减的强度图。

[0075] 如图2所示,所述全卷积神经网络包括依次连接的第一特征提取层、跨层特征融合层和强度感知预测层。

[0076] 在步骤100中,所述基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图,具体包括:

[0077] 步骤110:通过所述第一特征提取层,对所述待识别文档图像进行特征提取,得到不同层次的图像特征。

[0078] 所述第一特征提取层为多层卷积神经网络,用于提取不同层次的图像特征。

[0079] 步骤120:通过所述跨层特征融合层,对不同层次的特征,依次进行自动分配权重并加权合并、级联合并、特征融合,得到多通道的融合特征图像。

[0080] 跨层特征融合的目的为将不同层次的特征进行有效地融合,如图3所示,跨层特征融合层为采用通道敏感注意力机制对不同层次的特征进行自动分配权重并加权合并。对于两个待融合的特征层 X_1 和 X_2 , X_1 的大小是 X_2 的 $1/2$ 。将 X_2 进行2倍上采样得到 $\text{unpool}_2(X_2)$,之后与 X_1 进行级联合并;然后通过 1×1 卷积减少其通道数,得到通道数为 2 的权重矩阵 $[A_1, A_2]$,权重矩阵中第一通道 A_1 对特征层 X_1 进行加权,权重矩阵中第二通道 A_2 对特征层 $\text{unpool}_2(X_2)$ 进行加权。将加权后的特征层进行级联合并,然后通过 1×1 卷积进行特征融合得到融合后的特征。

[0081] $[A_1, A_2] = \text{Conv}_{1 \times 1}([X_1; \text{unpool}_2(X_2)])$

[0082] $G = \text{conv}_{1 \times 1}([A_1 * X_1; A_2 * \text{unpool}_2(X_2)])$;

[0083] 其中 G 为特征融合后的特征图,运算符 $[\blacksquare ; \blacksquare]$ 表示沿特征通道级联,运算符表示特征图和权重矩阵点乘。

[0084] 步骤130:通过强度感知预测层,将所述多通道的融合特征图像映射为单通道的强度图,所述单通道的强度图为字符感知响应图。

[0085] 强度感知预测层为将多通道的特征图映射为单通道的强度图。在本实施例中,深度神经网络预测的字符感知响应图为从字符的矩形包围框的中心位置到字符边缘位置强度逐渐衰减的强度图,在训练阶段,采用二维高斯强度分布填充文字字符包围框的方式生成训练标签。

[0086] 可选地,在步骤200中,所述采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到分割图像,具体包括:

[0087] 步骤210:通过预先设定的第一阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定种子点;

[0088] 步骤220:通过预先设定的第二阈值对所述字符感知响应图进行二值化分割,确定所述字符感知响应图中所有的字符区域;

[0089] 步骤230:根据所述种子点,采用种子点扩散的方式对各字符区域进行分割,得到

分割图像。

[0090] 其中,所述第一阈值高于第二阈值。

[0091] 优选地,所述采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到分割图像,还包括:

[0092] 根据各字符区域,将所述待识别文本图像划分为多块待识别文本域,并确定各所述待识别文本域的类型属性。

[0093] 在步骤400中,所述深度神经网络的字符识别模型包括含有多层卷积神经网络的第二特征提取层,全连接层和Softmax分类输出层。

[0094] 其中,在步骤500中,所述根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息,具体包括:

[0095] 步骤510:针对每一个待识别文本域,根据位置信息,对所述待识别文本域中的字符进行从上到下方式排序;

[0096] 步骤520:根据字符之间的间隙,将从上到下排序完成的字符分成不同文本行;

[0097] 步骤530:根据位置信息将每一文本行中的字符进行从左到右的排序;

[0098] 步骤540:从左到右合并每一文本行中的字符,得到各文本行识别结果;

[0099] 步骤550:从上到下合并各文本行识别结果,得到字符串;

[0100] 步骤560:根据各待识别文本域的字符串,确定所述待识别图像的识别信息。

[0101] 进一步地,本发明文档图像的信息提取方法还包括:

[0102] 按照待识别文本域的类型属性,将各待识别文本域的字符串存储到数据库中对应的类型条目下。

[0103] 本发明适用于各种文档图像识别和录入,能有效地提高文档类型图像自动识别的速度和准确度。

[0104] 此外,本发明还提供一种文档图像的信息提取系统,可提高文档图像中信息提取的准确性。

[0105] 如图4所示,本发明文档图像的信息提取系统包括确定单元1、分割单元2、提取单元3、识别单元4及合并单元5。

[0106] 具体地,所述确定单元1用于基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;

[0107] 所述分割单元2用于采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;

[0108] 所述提取单元3用于通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;

[0109] 所述识别单元4用于基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;

[0110] 所述合并单元5用于根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。

[0111] 此外,本发明还提供了一种文档图像的信息提取系统,包括:

[0112] 处理器;以及

[0113] 被安排成存储计算机可执行指令的存储器,所述可执行指令在被执行时使所述处

理器执行以下操作：

- [0114] 基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
 - [0115] 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
 - [0116] 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;
 - [0117] 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;
 - [0118] 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。
- [0119] 此外,本发明还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储一个或多个程序,所述一个或多个程序当被包括多个应用程序的电子设备执行时,使得所述电子设备执行以下操作：
- [0120] 基于全卷积神经网络,根据待识别文档图像,得到字符感知响应图;
 - [0121] 采用分水岭算法,对所述字符感知响应图进行分割,得到多个分割图像;
 - [0122] 通过连通域提取方法,对各分割图像进行字符提取,得到各分割图像中的字符;
 - [0123] 基于深度神经网络的字符识别模型,对各字符进行识别,确定各字符的位置信息;
 - [0124] 根据所述位置信息,对字符进行合并,得到所述待识别图像的识别信息。
 - [0125] 相对于现有技术,本发明文档图像的信息提取系统、计算机可读存储介质与上述文档图像的信息提取方法的有益效果相同,在此不再赘述。
- [0126] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征作出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

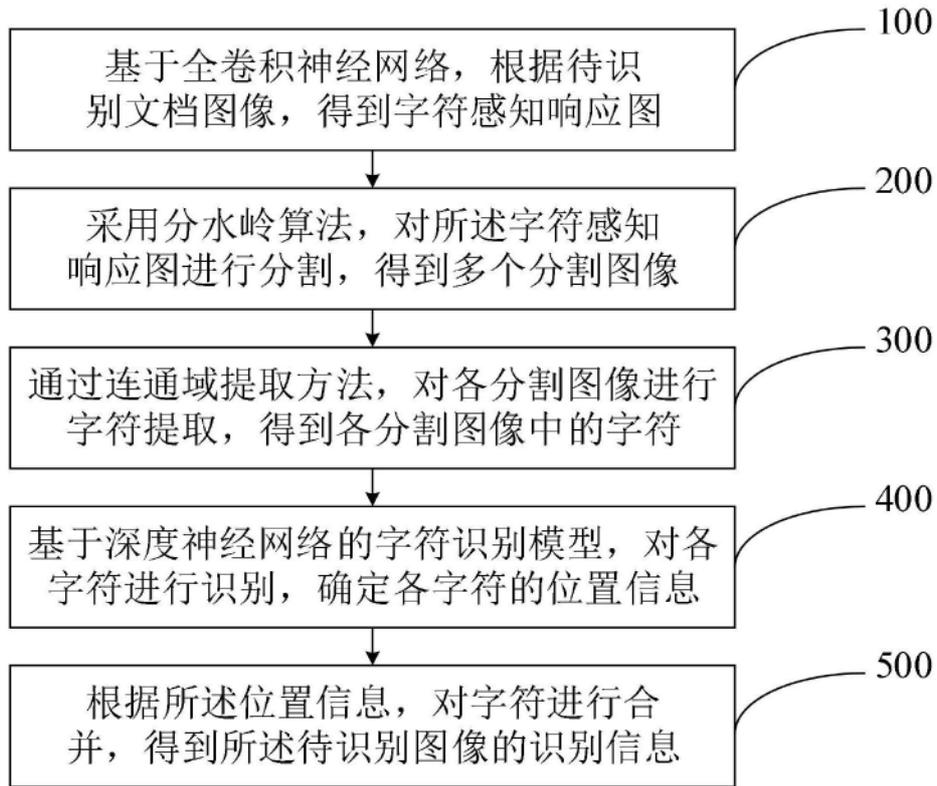


图1

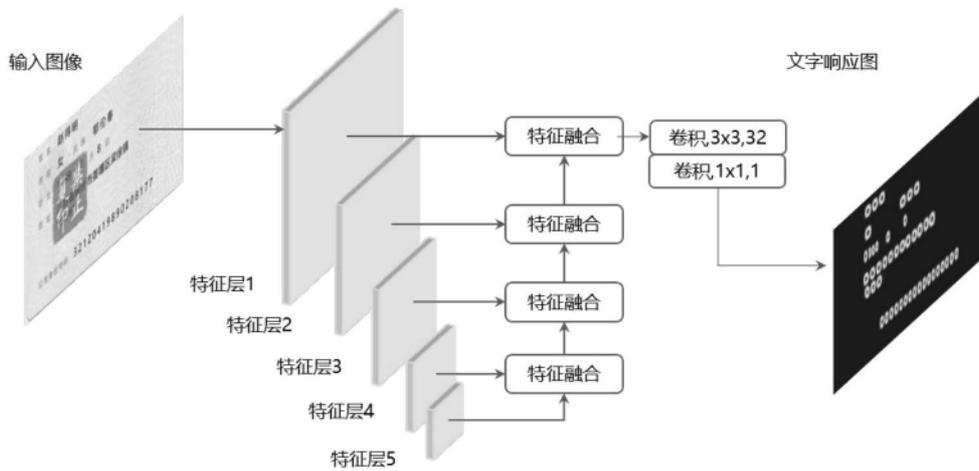


图2

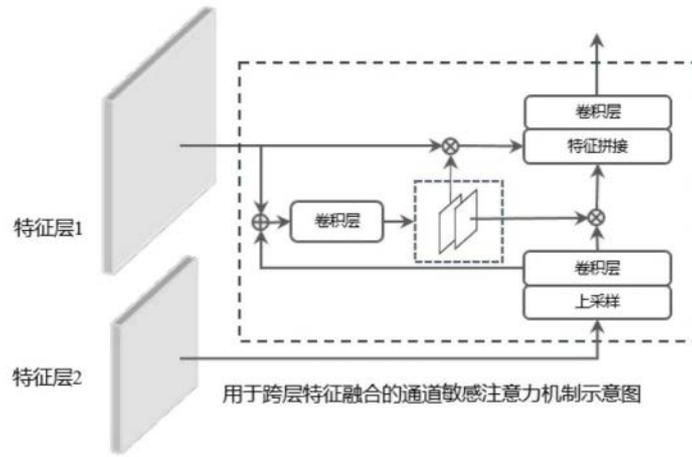


图3

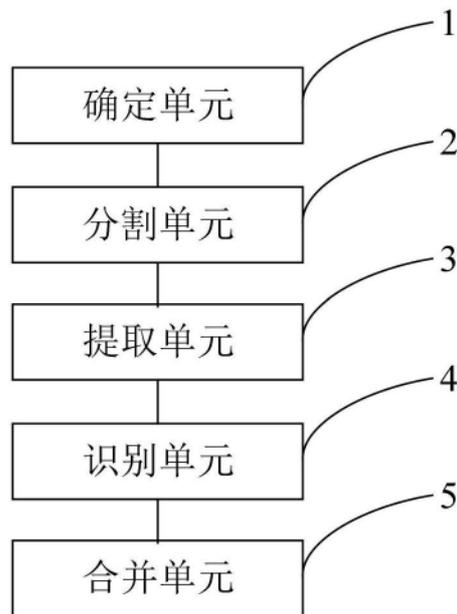


图4