



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103473950 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201210184777.9

审查员 刘宗明

(22)申请日 2012.06.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103473950 A

(43)申请公布日 2013.12.25

(73)专利权人 刘鈿

地址 瑞典斯德哥尔摩市卢泰桥区燕麦路5号

(72)发明人 刘鈿

(74)专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223

代理人 江耀纯

(51)Int.Cl.

G08G 1/14(2006.01)

H04N 7/18(2006.01)

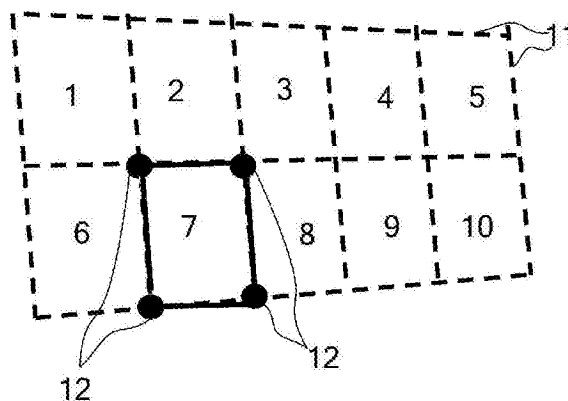
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种停车场车位监控方法

(57)摘要

本发明公开了一种停车场车位监控方法,包括如下步骤:停车场内设置多个用边界线或边界点进行标记的且里面标有不同标记的停车位,安装多个摄像机使相邻摄像机视角之间存在重叠的停车位;服务器从每个摄像机传输图像中确定每个停车位在该图像中的坐标位置;获取同时被至少两个摄像机监视的停车位,分别从各个摄像机传送的图像中截取该停车位分割图,将面积最大或者最清晰的停车位分割图对应的摄像机设置为该停车位的监视摄像机;分别对每个摄像机传输的图像进行分割,得到相应的停车位分割图并通过图像识别得知相应的停车位是否存在车辆;对空的停车位以及相应的停车位标记进行统计汇总,并将汇总信息在停车场入口处的显示屏进行显示。



1. 一种停车场车位监控方法,其特征是,包括如下步骤:

A. 在停车场内设置多个停车位,每个停车位用边界线或边界点进行标记,每个停车位内标有不同标记,安装多个摄像机,使每个摄像机的视角能够覆盖多个停车位,并且相邻摄像机视线边沿处存在重叠的停车位;

B. 服务器从每个摄像机传输的图像中提取相应停车位的标记、及其边界线或者边界点,并根据边界线或者边界点确定每个停车位在该图像中的坐标位置,将该摄像机的编号与该摄像机所监视的停车位的坐标位置和停车位的标记的对应关系存储在服务器中;

C. 对于同时被至少两个摄像机监视的停车位,分别从各个摄像机传送的图像中截取该停车位分割图,将面积最大或者最清晰的停车位分割图对应的摄像机设置为该停车位的监视摄像机而其它摄像机不监视这个车位,并保存在服务器中;

D. 服务器分别对每个摄像机传输的图像根据该摄像机监视的停车位的坐标位置进行分割,得到相应的停车位分割图,服务器对每一个停车位分割图进行图像识别得知每一个停车位是否存在车辆;

E. 对空的停车位以及相应的停车位标记进行统计汇总,并将汇总信息在停车场入口处的显示屏进行显示;

通过BP神经网络算法对停车位分割图进行识别是否存在车辆:

A3. 对N个停车位分割图进行扭曲变换成矩形停车位分图,对矩形停车位分图进行尺寸归一化得到大小相等的车位分图;

B3. 对车位分图进行灰度化;

C3. 分别对每个车位分图的汽车轮廓进行提取,得到一个汽车轮廓向量 \vec{X} ,从而共得到N个汽车轮廓向量;

D3. 随机取0至1的随机数作为BP神经网络的输入权值和隐含层权值,分别将每个汽车轮廓向量 \vec{X} 作为BP神经网络的输入,得到相应的实际输出向量 \vec{Y} ,而将其余的任一汽车轮廓向量作为期望输出向量 \vec{D} ,若总误差 $E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |\vec{D}_n - \vec{Y}_n| > \varepsilon$,则调整输入权值或隐

含层权值,直到 $E < \varepsilon$,得到最终的BP神经网络,此时,找到某个汽车轮廓向量,其对应的实际输出向量与期望值误差较小,则将该实际输出向量作为标准向量,其中 ε 是设定的误差,其中 $0 \leq n \leq N-1$;

E3. 将需要进行识别的车位分图提取汽车轮廓向量,并输入到最终的BP神经网络,将输出值与标准向量进行比较,若误差小于设定阈值,则判断该对应车位存在车辆,否则判断该对应车位不存在车辆。

2. 如权利要求1所述的停车场车位监控方法,其特征是,若存在边界线是多边形的停车位或者停车位内没有标记有编号的,则通过如下步骤完成对停车位在对应摄像头的图像中的坐标位置的确定:

A2. 服务器保存有摄像头编号与其相应所处停车场位置的对应关系,服务器接收某个摄像头传送的图像并显示在服务器显示屏上,并开始从服务器的输入设备中接收划分车位的坐标信息,每接收完一个划分车位的坐标信息并接收到确定操作信息时,服务器将该停

车位、对应的摄像头编号、摄像头所处停车场的位置的对应关系保存在服务器上；

B2. 服务器分别对每个摄像机传输的图像根据该摄像机监视的停车位的坐标位置进行分割,得到相应的停车位分割图,服务器对每一个停车位分割图进行图像识别得知每一个停车位是否存在车辆;C2. 对空的停车位以及相应所处停车场位置进行统计汇总,并将汇总信息在停车场入口处的显示屏进行显示。

3. 如权利要求1所述的停车场车位监控方法,其特征是:停车位内的标记是阿拉伯或中文数字。

4. 如权利要求3所述的停车场车位监控方法,其特征是:服务器可以通过互联网或者通信网将停车位的空位数量和空停车位的编号发送到与其连接的终端设备上。

5. 如权利要求4所述的停车场车位监控方法,其特征是:当停车场或停车场的分区需要关闭时,服务器可以将关闭信息发送到停车场入口的显示屏进行显示,或者与服务器连接的终端设备可以通过服务器发送关闭信息到停车场入口的显示屏进行显示。

6. 如权利要求1所述的停车场车位监控方法,其特征是,还包括如下步骤:对车位分图进行亮度调整,将亮度小于某个较小阈值的像素的亮度置为该较小阈值,将亮度大于某个较大阈值的像素的亮度置为该较大阈值,然后按照一定比例将车位分图的亮度分布在0至255之间,得到新的车位分图。

7. 如权利要求1所述的停车场车位监控方法,其特征是:在步骤C3和D3之间,先选取若干个汽车轮廓向量 \vec{X} 分别作为BP神经网络的输入,得到相应的实际输出向量 \vec{Y} ,而将其余的任一汽车轮廓向量作为期望输出向量 \vec{D} ,若每一组误差 $E' = |\vec{D} - \vec{Y}| > \varepsilon$,则调整输入权值或隐含层权值,直到 $E' < \varepsilon$,这样得到每一组的BP神经网络,比较该若干组的BP神经网络的输入权值和隐含层权值,选取一个较佳的BP神经网络作为D3步骤中初始的BP神经网络。

8. 如权利要求1所述的停车场车位监控方法,其特征是:在步骤D3中,在得到最终的BP神经网络后,利用未被使用过的车位图作为BP神经网络的输入,若BP神经网络不能够识别这些车位图,则需要重新确定BP神经网络。

一种停车场车位监控方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种停车场车位监控方法。

【背景技术】

[0002] 目前与计算机联用使用的摄像机视频监视设备和技术已经非常成熟；有多种不同品牌 and 不同功能的监视摄像机可以选择使用。同时计算机的信号处理与运算功能，网络通讯功能都已经非常强大；对视频图像信号中物体的模式识别技术也有长足的发展。把这些技术恰当地综合起来使用，就可以在对停车场内空车位的数量和位置做全自动全时间的监视，报告与显示。

[0003] 近十几年里国内车辆的数量增加了很多倍。在许多单位与企业，商贸中心和热闹城区都建造了不小的停车场；许多停车场还分为互相不联接的多个分区。当车辆很多时要在这样复杂的停车场里找到一个空位，司机往往需要开着车转很多圈花不少时间，经常导致上班和办事的效率低下。因此自动化地监测并向泊车的司机准确及时地报告停车场中空车位的情况现状非常必要。

【发明内容】

[0004] 为了克服现有技术的不足，本发明提供了一种停车场车位监控方法，以使监控车位更加准确、智能化和可以更加自动化。

[0005] 一种停车场车位监控方法，包括如下步骤：

[0006] A. 在停车场内设置多个停车位，每个停车位用边界线或边界点进行标记，每个停车位内标有不同标记，安装多个摄像机，使每个摄像机的视角能够覆盖多个停车位，并且相邻摄像机视线边沿处存在重叠的停车位；

[0007] B. 服务器从每个摄像机传输的图像中提取相应停车位的标记、及其边界线或者边界点，并根据边界线或者边界点确定每个停车位在该图像中的坐标位置，将该摄像机的编号与该摄像机所监视的停车位的坐标位置和停车位的标记的对应关系存储在服务器中；

[0008] C. 对于同时被至少两个摄像机监视的停车位，分别从各个摄像机传送的图像中截取该停车位分割图，将面积最大或者最清晰的停车位分割图对应的摄像机设置为该停车位的监视摄像机而其它摄像机不监视这个车位，并保存在服务器中；

[0009] D. 服务器分别对每个摄像机传输的图像根据该摄像机监视的停车位的坐标位置进行分割，得到相应的停车位分割图，服务器对每一个停车位分割图进行图像识别得知每一个停车位是否存在车辆；

[0010] E. 对空的停车位以及相应的停车位标记进行统计汇总，并将汇总信息在停车场入口处的显示屏进行显示。

[0011] 优选地，若存在边界线是多边形的停车位或者停车位内没有标记有编号的，则通过如下步骤完成对停车位在对应摄像头的图像中的坐标位置的确定：

[0012] A2. 服务器保存有摄像头编号与其相应所处停车场位置的对应关系，服务器接收

某个摄像头传送的图像并显示在服务器显示屏上,并开始从服务器的输入设备中接收划分车位的坐标信息,每接收完一个划分车位的坐标信息并接收到确定操作信息时,服务器将该停车位、对应的摄像头编号、摄像头所处停车场的位置的对应关系保存在服务器上;

[0013] B2.服务器分别对每个摄像机传输的图像根据该摄像机监视的停车位的坐标位置进行分割,得到相应的停车位分割图,服务器对每一个停车位分割图进行图像识别得知每一个停车位是否存在车辆;C2.对空的停车位以及相应所处停车场位置进行统计汇总,并将汇总信息在停车场入口处的显示屏进行显示。

[0014] 优选地,停车位内的标记是阿拉伯或中文数字。

[0015] 优选地,服务器可以通过互联网或者通信网将停车位的空位数量和空停车位的编号发送到与其连接的终端设备上。

[0016] 优选地,当停车场或停车场的分区需要关闭时,服务器可以将关闭信息发送到停车场入口的显示屏进行显示,或者与服务器连接的终端设备可以通过服务器发送关闭信息到停车场入口的显示屏进行显示。

[0017] 优选地,通过BP神经网络算法对停车位分割图进行识别是否存在车辆:

[0018] A3.对N个停车位分割图进行扭曲变换成矩形停车位分图,对矩形停车位分图进行尺寸归一化得到大小相等的车位分图;

[0019] B3.对车位分图进行灰度化;

[0020] C3.分别对每个车位分图的汽车轮廓进行提取,得到一个汽车轮廓向量 \overline{X} ,总共得到N个汽车轮廓向量;

[0021] D3.随机取0至1的随机数作为BP神经网络的输入权值和隐含层权值,分别将每个汽车轮廓向量 \overline{X} 作为BP神经网络的输入,得到相应的实际输出向量 \overline{Y} ,而将其余的任一汽车轮廓向量作为期望输出向量 \overline{D} ,若误差 $E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |\overline{D}_n - \overline{Y}_n| > \varepsilon$,则调整输入权值或

隐含层权值,直到 $E < \varepsilon$,得到最终的BP神经网络,此时,找到某个汽车轮廓向量,其对应的实际输出向量与期望值误差较小,则将该实际输出向量作为标准向量,其中 ε 是设定的误差,其中 $0 \leq n \leq N-1$;

[0022] 此后还要对做一校验,可以用最后还没使用的车位图(比如剩下的1/8)作为神经网络的输入,看它们是否能被顺利地识别出来。如果能则训练结束。如果不能做则说明求的结果不正确,即上述神经网的误差之和达到的最小值是个假的极值,则需要再次训练。

[0023] E3.将需要进行识别的车位分图提取汽车轮廓向量,并输入到最终的BP神经网络,将输出值与标准向量进行比较,若误差小于设定阈值,则判断该对应车位存在车辆,否则判断该对应车位不存在车辆。

[0024] 优选地,还包括如下步骤:对车位分图进行亮度调整,将亮度小于某个较小阈值的像素的亮度置为该较小阈值,将亮度大于某个较大阈值的像素的亮度置为该较大阈值,然后按照一定比例将车位分图的亮度分布在0至255之间,得到新的车位分图。

[0025] 优选地,在步骤C3和D3之间,先选取若干个汽车轮廓向量 \overline{X} 分别作为BP神经网络的输入,得到相应的实际输出向量 \overline{Y} ,而将其余的任一汽车轮廓向量作为期望输出向量 \overline{D} ,

若每一组若误差 $E' = |\bar{D} - \bar{Y}| > \varepsilon$, 则调整输入权值或隐含层权值, 直到 $E' < \varepsilon$, 这样得到每一组的BP神经网络, 比较该若干组的BP神经网络的输入权值和隐含层权值, 选取一个较佳的BP神经网络作为D3步骤中初始的BP神经网络。

[0026] 本发明的有益效果是: 能够有效地覆盖停车场所有的车位, 并且对于被两个以上摄像机的视角所覆盖的停车位, 服务器可以识别出最佳的摄像头对该停车位进行监控, 有效地提高了监控的准确性和自动化; 另外通过对停车位分图的扭曲变换和归一化处理, 并结合BP神经网络对停车位的识别, 使得识别车位更加准确和有效。

【附图说明】

[0027] 图1是本发明一种实施例中的停车场车位示意图;

[0028] 图2是本发明另一种实施例的停车场车位示意图;

[0029] 图3是本发明一种实施例的停车场车位监控系统示意图;

[0030] 图4是本发明一种实施例的BP神经网络示意图。

【具体实施方式】

[0031] 以下将结合附图, 对本发明的具体实施例作进一步详细说明。

[0032] 如图1所示, 本发明的一种实施例中, 停车场内中划分有多个矩形或类似矩形的停车位10, 停车位10通过边界线11或者至少包括矩形的四个顶点的边界点12进行标记, 或者用明显的标志物对边界线11和边界点12进行标识, 而每个停车位边界线11或者边界点12内, 分别通过不同的数字、字母等进行标记, 以区分每个车位。当然, 用阿拉伯数字对每个车位进行标记是较为简单的办法。用阿拉伯数字对停车位进行标记, 不仅有利于摄像机对停车位的识别, 也有利于车主记住车停在哪个停车位, 方便取车, 也给停车场的管理带来很大的方便, 能够有效地对停车位进行定位并给予车主指引。

[0033] 如图2所示, 由于停车场的形状可能并不非常规则等原因(例如停车场中间或边沿, 停车位之间等还可能存在障碍物13, 例如建筑立柱或者路障等), 停车位的边界线也有可能是不规则的四边形或者其它多边形, 如图中所示的边界线14构成的多边形停车位, 此时, 停车位需要更多的位于多边形顶点的关键点15来进行标记。

[0034] 如图3所示在停车场内架设多个摄像机21, 每个摄像机21的视角能够覆盖多个停车位, 且相邻的摄像机21的视角之间存在至少一个重叠的停车位, 例如第一摄像机的视角覆盖了停车位1、2、3、6、7和8, 而相邻的第二摄像机的视角覆盖了停车位3、4、5、8、9和10, 这样, 才能保证某些停车位都被摄像机的视角覆盖并且图像变形不是很严重, 因为越到摄像机的视角边缘, 图像变形越严重, 从而给识别带来了困难。此外, 若没有对不同的停车位用标记进行区分, 则可以通过架设的摄像机21对停车位的大体位置进行定位, 例如, 第一摄像机架设在停车场的第一分区, 第二摄像机架设在停车场的第二分区, 这些摄像机21与停车场的位置对应关系保存在中心计算机22上。

[0035] 在停车场的出入口、停车场分区的出入口处安装有显示屏23, 所有的摄像头21和显示屏均连接到中心服务计算机(服务器)22上, 还可以安装与中心服务计算机连接的辅助计算机24, 所有摄像机的视频信号都发送到中心服务计算机上, 由中心服务计算机来判断

在整个停车场中总共有多少空车位,和这些空车位分别在哪里;辅助计算机24从中心服务计算机上不断地读取整个停车场中总共有多少空车位,和这些空车位分别在哪里的信息,以便于管理人员和泊车司机们查看停车场的使用情况,辅助监视计算机也能从中心服务计算机上不断取得一个和数个摄像机的视频信号显示在显示屏上,辅助监视计算机可以是连在网上的其它计算机或手机,也可以是中心服务计算机本身。

[0036] 至此,本实施例的停车场车位监控系统已经基本搭建完毕,之后则需要对停车场车位监控方法进行运行之前的调试步骤。

[0037] S1.对每个摄像机传送的视频信号,识别出所有停车位的边界线或者边界点,计算每个停车位在视频图片中所处的坐标位置,并识别出相应停车位内的数字编号,将摄像机的编号、该摄像机所监视的停车位在视频信号图片的坐标以及停车位的编号的对应关系存入中心服务计算机22中;

[0038] S2.接着,对存储在中心服务计算机中的停车位进行核查,若某个编号的停车位具有至少两个摄像机对其进行监视的(即在两个摄像机的视角重叠区域的),例如停车位3同时被第一摄像机和第二摄像机的视角所覆盖,则采取如下步骤:

[0039] S2-1.分别读取第一摄像机和第二摄像机的视频信号,并分别根据停车位3在第一摄像机和第二摄像机的坐标位置对停车位3进行分割,得到两个停车位3的停车位分图;

[0040] S2-2.中心服务计算机22判断哪个停车位分图的面积更大,或者哪个停车位分图的清晰度更高,则将该停车位分图对应的摄像机作为监视的摄像机,在此,若第一摄像机中的停车位3的停车位分图面积更大或者更清晰,则在中心服务计算机22中删除第二摄像机中对应的停车位3及其在第二摄像机的图像中的坐标位置。

[0041] 而当停车位的边界线14是不规则的四边形或者其它多边形,或者不存在区分不同停车位的标记时,中心计算机进行识别可能会出错或者没办法识别,这时需要人工辅助对停车位的坐标位置的确定,具体步骤如下:

[0042] 中心服务计算机22接收某个摄像机21传送的图像并显示在显示屏上,并开始接收来自服务器的输入设备(比如鼠标等)划分车位的坐标信息,这时,操作员可以利用服务器的输入设备(比如鼠标等)在显示屏上对每个停车位沿着其边界线进行划动,或者在确定该多边形边界线的各个关键点(顶点)后,用直线将相邻的关键点划动连接起来,当操作完毕时,通过服务器的输入设备进行确认,比如点击确认键,中心服务计算机即存储该摄像机21的图像的该坐标位置中对应一个停车位,如有需要,中心服务计算机还可以进一步准备接收该停车位的编号,操作员输入该停车位的编号后,再点击确认键,中心服务计算机即保存了对应的停车位的编号。

[0043] 至此,调试步骤结束,只要本实施例的系统的硬件设置等不改变,就不需要再进行调试。

[0044] 调试之后,则进入了对停车位的监控步骤,具体步骤如下:

[0045] S3.对与每一个摄像机传送过来的视频信号,中心服务计算机识别出该摄像机的编号,并从存储器中获取该摄像机所监视的停车位在视频信号图片中的坐标的信息,将视频信号分割成多个停车位分图,每个停车位分图仅包含一个停车位。

[0046] S4.停车位分图图像的扭曲转换及尺寸归一化

[0047] 停车位分图处理的第一步就是图像的扭曲变换及尺寸归一化:即将不同大小和形

状的停车位分图图像统一变换缩放到统一尺寸。这样可以有效地减小图像特征提取的计算复杂度和准确度,以及降低对系统的存储空间要求。图像扭曲转换和尺寸变换采用的方法是在中心服务计算机中加入相应的软件处理模块,由它根据需要自动处理完成。

[0048] 首先要把非矩形的停车位分图都通过图像扭曲变换变为矩形,对于缺一两个角的则要用车位的背景颜色补上,由此得到所有的车位图都是矩形的,但是大小不完全一样。此后为了统一识别处理需要将车位图转变成统一尺寸的图像,否则,BP神经网络对各种大小相差很远的车辆轮廓很难进行训练而得到准确的BP神经网络参数。归一化方法有几种,例如分裂、合并法、插值变换归一化等。

[0049] 本发明实施例中采用分裂合并的归一化方法。此方法分为两个过程,即分裂和合并。设原始图像的大小为 $M \times N$,归一化后的图像大小为 $I \times J$ 。在分裂阶段,将原有图像的每一个点复制放大 $I \times J$ 倍,即将该点的像素值复制到 $I \times J$ 的阵列中,则 $M \times N$ 的阵列变成了一个 $MI \times NJ$ 大小的阵列。接下来是合并阶段,将 $MI \times NJ$ 阵列划分成阵列大小为 $M \times N$ 的 $I \times J$ 个区域,对 $M \times N$ 区域的像素进行平均,阵列 $M \times N$ 缩成一个点,那么 $M \times N$ 尺寸的原图像归一化为 $I \times J$ 大小的图像。

[0050] S5. 停车位分图图像的灰度化

[0051] 一般数码相机拍摄获取图像都是彩色包含了大量的颜色信息,不但在存储空间上开销很大,而且在处理上也会降低系统的执行速度。因为图像的每个像素都具有R、G、B三个不同的颜色分量,识别上并用不着其中很多无关的信息,这对进一步的识别也是不利的。因此,在对图像进行进一步的处理之前,需要将彩色图像转换成为灰度图像以节省存储空间和加快处理速度。

[0052] 本发明中实现灰度化的方法是根据YUV的颜色空间中,Y的分量的物理意义是点的亮度,由该值反映亮度等级,根据RGB和YUV颜色空间的变化关系可建立亮度在停车位分图每一点的亮度Y与这一点红绿蓝R、G、B三个颜色分量的对应运算关系:

[0053] $Y=0.3R+0.59G+0.11B$,

[0054] 由此公式得到的Y是亮度值,用它表达图像的灰度值效果非常好。

[0055] S6. 停车位分图的亮度增强

[0056] 客观条件的限制,获取和传输图像的过程往往会发生失真,所得到的图像与原物存在某种程度的差别,如果这种差别程度很大则不可接受。在此本实施例中采用了如下的图像的亮度矫正方法:

[0057] 首先对灰度图像的像素进行统计,找到值 V_1, V_2 ,使得亮度值 $x \in [\min, V_1]$ 的像素个数占整个图像像素数的5%;而亮度值 $x \in [V_2, \max]$ 的像素个数占整个图像像素数的5%。其中, \min 表示图像中亮度的最小值, \max 表示图像中亮度的最大值。然后,我们将亮度值小于 V_1 的像素值置为 V_1 ,同样,把亮度值大于 V_2 的像素值置为 V_2 。这样削去了个别的特别暗的点和特别亮的点。接下来,我们按照比例将图像亮度从 $[V_1, V_2]$ 拉伸到 $[0, 255]$,从而就完成了亮度调整。

[0058] 完成图像亮度矫正之后,可以通过图像的滤波来使图像得到进一步的增强。通常采用空间域法对停车位分图进行滤波处理,目的是为了去除图像中的噪声。在本实施例中我们采用了中值滤波法。

[0059] S7. 汽车轮廓特征提取

[0060] 汽车轮廓特征提取的目标是找到某种变换,将N维的模式识别空间转换到维数小得多的M维特征空间并同时保留模式识别所需要的大部分关键信息。通过特征提取,模式分类可以在维数低得多的空间上进行,从而降低了计算的复杂度。

[0061] 特征的提取是从原始数据中提取和分类最相关的信息,是类内差距极小化,类间差距极大化。特征应该对整个汽车轮廓的形变尽量保持不变。提取的特征可分为全局特征和局部特征。全局特征是对整个汽车轮廓图像进行变换,包括汽车轮廓欧拉数特征、外围轮廓特征、K.L变换、Fourier变换、Hadamand变换、Cosine变换、Sine变换和Gabor变换等。由于在停车位分图中汽车轮廓的成像质量不高,汽车轮廓图像的分辨率也较低,有时候汽车轮廓模糊只有一个轮廓。因此,我们选择了基于字符统计特征的Karhunen-Loeve变换算法来提取汽车轮廓特征。

[0062] S8.BP停车位汽车识别算法

[0063] BP神经网络算法的主要思想是从后向前反向逐层传播输出层的误差,从而间接算出隐含层的误差。算法分为两个阶段:第一阶段正向传播过程,输入信息从输入层经过隐含层逐层计算各单元的输出值;第二阶段反向传播过程,输出误差逐层向前算出隐含层各单元的误差,并用此误差修正前层权值。

[0064] 通过调整权值,使得误差达到最小时,网络趋于稳定状态,学习结束。求解无约束最优化方程的常用方法有:牛顿迭代法、拟牛顿迭代法、最佳梯度下降法等。前两种方法涉及矩阵求逆,其计算量大,因此本实施例采用后一种方法来调整权值。

[0065] BP神经网络的实现分为两个阶段,即学习阶段和识别阶段。BP神经网络的学习训练只需要在系统设计开发完成后做一次,此后可以复制到每一个产品中,产品的用户完全不需要关心这件项工作。

[0066] 在学习阶段,学习训练的具体方法是把停有不同种类,大小,颜色的车的车位分图的轮廓特征向量输送给图BP神经网络,以此来逐步调试完善BP神经网络里的参数,使得BP神经网络能够最终智能地识别所有类似的停车位的车,从而可以在识别阶段准确地根据每个停车位的车位分图判断它是否为空位;也就是说,学习训练会给予BP网络识别车位是否为空的能力。在学习阶段中,按照网络初始设定的权值以及传输函数进行计算得出每一层神经元的输出,这是从底层向上进行的。通过理想输出与最高层输出之间的误差来决定是否对权值进行修改,这个修改是从高层向下进行的,两个过程反复进行,当系统的误差达到最小时,网络收敛趋于稳定状态时,学习结束。

[0067] S8-1.BP神经网络的训练过程为:

[0068] S8-1-1.对于用来学习训练BP神经网络的所有N个(比如说1000个)停有各车的停车位分图分别经过轮廓提取后,每个停车位分图得到一个对应的汽车轮廓向量 \overline{X} ,总共有N个。

[0069] S8-1-2.选取若干个汽车的轮廓向量(比如5个),将BP神经网络的输入权值和隐含层权值初始化为0-1之间的随机值赋予到BP神经网络的各个对应位置,得到5个不同的BP神经网络;

[0070] S8-1-3.将第一个汽车轮廓向量 \overline{X}_1 ,输入到相应的第一个BP神经网络中,并且在N个汽车轮廓向量中选取某一个比如第二个汽车轮廓向量 \overline{X}_2 ,作为其期望值 \overline{D}_1 ,而得到相

应的实际输出 \bar{Y}_1 ,则两者的误差 E' 即是两个向量之差的模,若 $E' = |\bar{D}_1 - \bar{Y}_1| > \varepsilon$,则对这个BP神经网络的输入权值和隐含层权值进行调整,比如采用如下方法:

[0071] 如图4所示,输入层x,隐含层h,输出层y,隐含层有m个神经元,输入层x与隐含层h之间的参数为 V_m ,隐含层h与输出层之间的参数为 W_m ,隐含层的输出值 $H_m = x * V_m$;

[0072] 对于隐含层h的第一个神经元两侧的参数 V_1 和 W_1 进行调整:

[0073] 计算隐含层h的输出 $H_1 = X_1 V_1$,隐含层h与输出层y之间的误差 $\delta_1 = (H_1 - Y_1) (1 - Y_1) Y_1$,隐含层h与输入层x之间的误差 $\delta'_1 = \delta_1 W_1 (1 - H_1) H_1$,

[0074] 则 $W_1 = W_1 + \eta \delta_1 H_1$, $V_1 = V_1 + \eta \delta'_1 X_1$,其中 η 是0至1的比例系数,对于隐含层h的其余神经元两侧的 V_m 和 W_m 也采用这样的调整后,再计算 $E' = |\bar{D}_1 - \bar{Y}_1|$,若 $E' = |\bar{D}_1 - \bar{Y}_1| > \varepsilon$,则重复上述步骤;

[0075] 直至 $E' = |\bar{D}_1 - \bar{Y}_1| < \varepsilon$,此时,得到以第一个汽车轮廓向量 \bar{X}_1 作为训练基础的第一个BP神经网络;

[0076] 分别对其余4个汽车轮廓向量 \bar{X} 按照以上步骤,得到第2至5个BP神经网络。

[0077] S8-1-4. 选取这5个BP神经网络中输入权值和隐含层权值较为接近的几个BP神经网络,对各个相应位置的权值进行平均,得到一组的权值,并赋予到一个对应的初始BP神经网络中;

[0078] S8-1-5. 以一个汽车轮廓向量 \bar{X} 作为输入,以其余任一的汽车轮廓向量作为相应的期望输出向量 \bar{D} ,输入初始BP神经网络中,得到一个实际输出向量 \bar{Y} ,将所有汽车轮廓向

量 \bar{X} 作为输入按照上述步骤进行处理,计算总误差 $E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |\bar{D}_n - \bar{Y}_n|$ 。若 $E > \varepsilon$,则按照

步骤S8-1-3的同样方法对这个初始的BP网络的权值进行调整,直至 $E < \varepsilon$ 。从而获得最终的BP神经网络。

[0079] S8-1-6. 找出某一组汽车轮廓向量 \bar{X} ,其输入该最终的BP神经网络后,其实际输出向量 \bar{Y} 与其期望 \bar{D} 的误差最小,比如为 E_{\min} 则将该实际输出向量 \bar{Y} 作为识别车辆的标准向量。

[0080] S8-1-7. 将需要进行识别的车位分图提取汽车轮廓向量,并输入到最终的BP神经网络,将输出值与标准向量进行比较,若误差小于设定阈值,例如,小于 kE_{\min} (其中 k 是一定范围内的整数)则判断该对应车位存在车辆,否则判断该对应车位不存在车辆。

[0081] 当然,在步骤S8-1-5中,我们可以把 N 个汽车轮廓向量 \bar{X} 中的一大部分(比如70%)排列成一个圆环后任取一点为起点,依次给予它们编号后,以作为训练的BP神经网络输入汽车轮廓向量,再取其中一小部分(比如20%)作为BP神经网络训练的望输出向量来使用,最后其余的部分(比如10%)用于最后检测学习训练完毕的EP神经网络是否能够成功地用来检验车位是否为空,即当步骤S8-1-5操作完毕后,还需要用一部分汽车轮廓向量 \bar{X} 对该最终的BP

神经网络进行检测,看判断停车位是否准确。

[0082] S8-1-6.BP网络参数选择

[0083] 1) 输入层神经元个数

[0084] 输入层神经元个数根据具体的汽车轮廓所抽取的网格像素概率分布特征的维数来确定,其数量取决于视频采集设备的质量设置和图像预处理,在我们的实现中是26个。

[0085] 2) 输出层神经元个数

[0086] 输出层神经元个数与汽车轮廓向量 \overline{X} 的维数相同。

[0087] 3) 隐含层个数

[0088] 神经网络的许多特性正是由于隐含层的存在才具备,然而,具体取多少隐含层合适却没有确定的规律可循,不同的应用对象,与其相适应的网络结构差别很大。理论上已经证明:具有偏差和至少一个S型隐含层加上一个线性输出层的网络,能够逼近任何有理函数,也即含有一个隐含层的三层BP网络即可完成非线性函数的逼近。由于BP网络的功能实际上是通过网络输入到网络输出的计算来完成的,所以多于一个隐含层的BP网络虽然具有更快的训练速度,但在实际中需要较多的计算时间;另一方面,训练速度也可以通过增加隐含层神经元数来达到。因此,本发明中首先采用具有一个隐含层的三层BP神经网络,等待实验结果然后再考虑如何进行改进和设置进行优化。

[0089] 4) 隐含层神经元数目

[0090] 当用神经网络实现映射时,确定隐含层神经元数至关重要。隐含层神经元个数的过少或过多将导致神经网络的学习能力不够或归纳能力下降;隐含层神经元数目较少时,网络每次学习时间相对较短,但有可能因网络映射容量不够而使网络不能很好学习,从而导致权值疲于来回调整而无法达到全局最小,网络训练精度也不高;隐含层神经元数目较大时,学习能力得到增强,但网络每次所需的学习时间相对较长,网络所需的存储容量也随之变大。另外,网络还可能导致不协调的拟和,对未知输入的归纳能力变差,即网络解决问题的能力下降。因此隐含层神经元数目应慎重选择,使其尽量兼顾各方面的影响。

[0091] 在实际设计中,确定隐含层神经元个数的办法是:对于给定的输入输出模式,通过反复调试和对不同神经元数进行训练对比得到合适的值。在实际设计中,可以采用隐含层神经元个数选择的经验公式:

$$[0092] \quad s = \sqrt{0.43mn + 0.12n^2 + 2.54m + 0.77n + 0.35} + 0.51$$

[0093] 其中,m为输入层神经元数,n为输出层神经元数,s为隐含层神经元个数。一般只要在满足条件的情况下,再多加一到两个神经元用来加速误差的下降速度即可。本发明中,根据来回根据实验数据调整设置,对车位识别设置隐含层神经元个数20个,对停车位中心数字识别的网络设置了隐含层神经元个数8个。

[0094] 本实施例这样设计和学习培训出的BP神经网络,对于停车位是否是空位有很好的识别智能和识别效果。

[0095] S9. 本实施例中,还可以通过BP神经网络对车位内的数字编号进行识别,在进行识别时不需要经过步骤S4,经过步骤S5至S6,在步骤S7中则采用相同方法对停车位内的数字的轮廓特征进行提取得到一系列数字轮廓特征向量,在步骤S8中则利用相同方法,以数字轮廓特征向量代替汽车轮廓特征向量即可,就可以实现对车位内的数字的识别。

[0096] S10.把从所有摄像机21发来的视频信号由中心服务计算机22分析判断的结果汇总起来,得出在整个停车场中还有多少空位,空位分别在哪儿的停车场现状信息。

[0097] S11.把停车场现状信息一方面发到停车场和每个停车场分区入口的显示屏23上,另外一方面保存在中心服务计算机里,以使用户可以随时在辅助计算机上读取查看。

[0098] 在中心服务计算机或辅助计算机上用户也可以封锁停车场或停车场的任何一个或数个分区。这在分区需要维修,或分区内部发生了车祸或其它意外情况的时候会有必要。可以通过中心服务计算机给相应停车场或它的一个分区的入口的显示屏上发出“此停车区已经关闭,不能使用”的告示。

[0099] 停车场总入口的显示牌上显示的是整个停车场的空车位的数量,也可以同时显示停车场分区的名称和它们的空位数量。停车场每个分区入口的显示牌只显示本分区空车位的数量,也可以显示其位置。

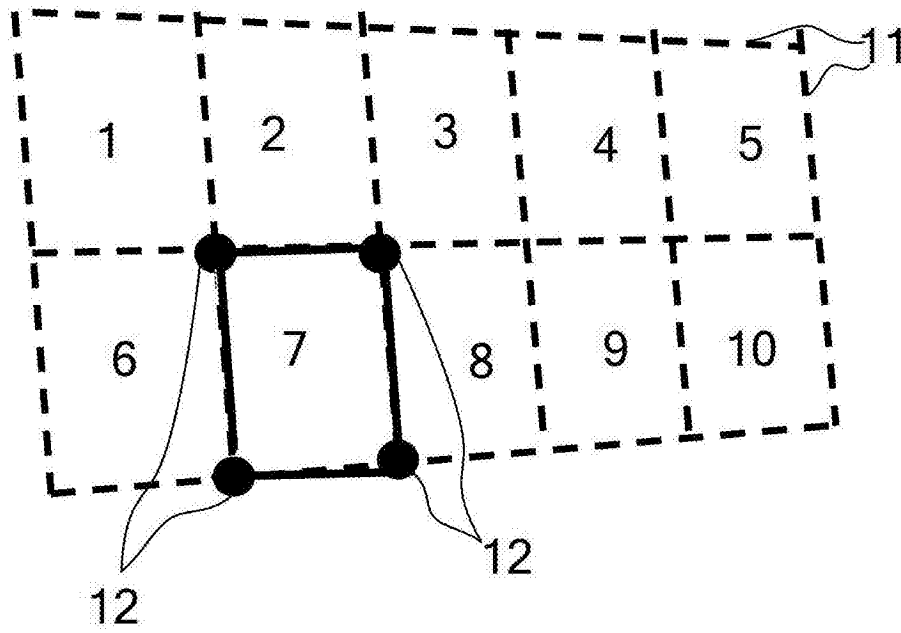


图1

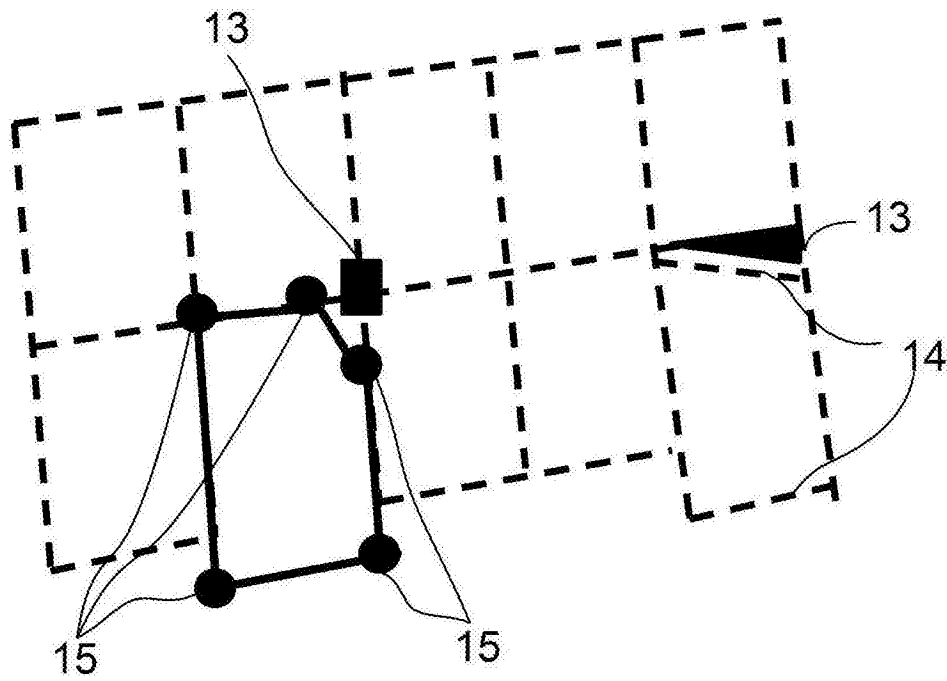


图2

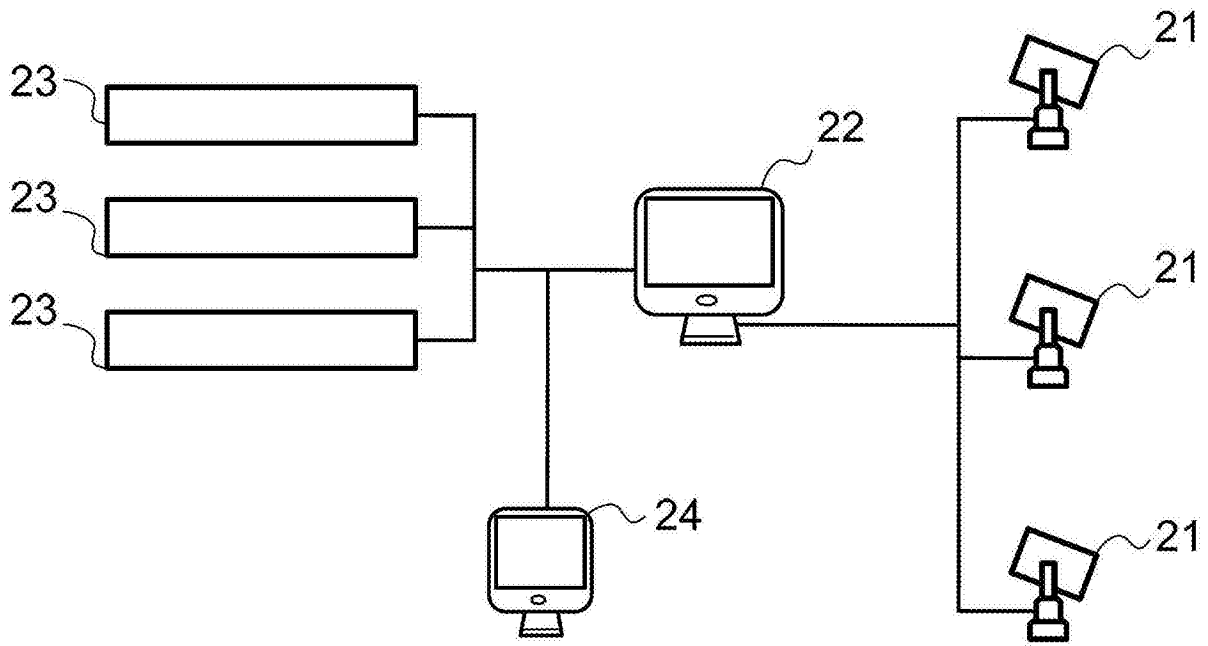


图3

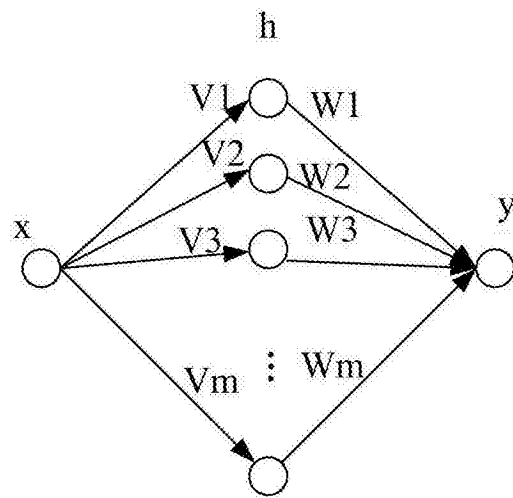


图4