

[信息管理]

# 基于移动巡检的继电保护设备信息管理系统

文/贵州电网有限责任公司贵阳供电局 王彦 张薇薇 张庆伟  
中恒博瑞数字电力科技有限公司 付龙明  
华北电力大学 魏子欣

开发了一套基于移动巡检的继电保护信息管理系统，应用图像识别、语音识别相关技术，使用移动应用辅助人工维护设备的台账信息，并构建了继电保护设备台账信息的智能管理模型，实现了变电站内保护设备基于移动应用的智能维护，有效提高了二次设备的维护效率。

近年来，随着电网规模日益扩大，继电保护设备数量迅速增加。且继电保护设备种类多，供应商数量多，国产装置软、硬件技术更新频繁，继电保护设备管理面临较大挑战。同时，继电保护运维人员也需要对变电站中继电保护设备进行统计分析和设备评价，积累运维经验。然而在传统模式上，继电保护基础数据的维护工作是由各运维单位通过线下纸质形式进行存储和维护的。在该种方式下，继电保护管理信息化水平低，缺少统一的继电保护设备的维护模型；另外，现行的维护模式给运维人员带来很大的工作压力，影响维护质量，对人力资源造成不必要的浪费；且目前的继电保护设备台账系统只能使用计算机进行查阅和维护，故受工作环境和网络的限制，在即时检索与维护方面上也存在许多问题。

本文通过对某市变电站工作环境的现场调研，及其所提供得数据，结合目前主流的多种机器学习方法及移动互联技术，设计了一个基于移动巡检的继电保护设备信息管理系统，以便有效地解决上述问题。

## 继电保护设备信息管理系统的关键技术

### 1. 图像内文本识别

从图像中识别文字的技术通常被称作光学字

符识别(OCR)，它是计算机视觉最早的应用之一。而传统的OCR方法只针对文档文字设计。这些图片通常由扫描仪等设备获取，成像过程高度受控，很显然，本系统的数据采集过程所获取图像并不适应于传统方法，因此，设计了一种基于深度学习的场景文字识别方法。

本方法分为文本检测与文本识别两个部分。在文本检测部分，设计将最大稳定极值区域(MSER)与卷积神经网络(CNN)相结合。最大稳定极值区域MSER是一种类似分水岭图像的分割与匹配算法，它具有仿射不变性。基本原理是对一幅灰度图像(灰度值为0~255)取阈值进行二值化处理，阈值从0到255依次递增。阈值的递增类似于分水岭算法中的水面的上升，随着水面的上升，有一些较矮的丘陵会被淹没，如果从天空往下看，则大地分为陆地和水域两个部分，这类似于二值图像。在得到的所有二值图像中，图像中的某些连通区域变化很小，甚至没有变化，则该区域就被称为最大稳定极值区域。基于此，选出大量的候选区域，而这些候选区域中包含了大量的非文本区域，所以根据卷积神经网络可以深度挖掘图像特征的特点，设计一个CNN二分类器来对文本区域进行筛选，过滤掉非文本区域。其网络层次如图1所示。

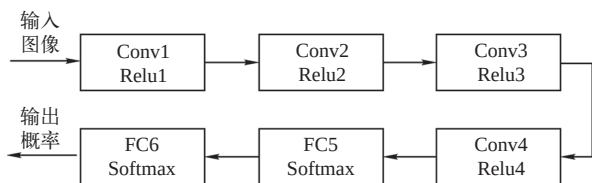


图1 CNN层次结构

包括四个卷积层与两个全连接层。

在文本识别部分，设计了一个LSTM + CTC的文本识别网络模型。长短期记忆（Long Short-Term Memory LSTM）网络是一种时间循环神经网络，其特点是可以根据上下文，对当前的预测结果进行推测，充分挖掘文本所包含语义信息。对于LSTM的输出结果，再设计一个CTC（Connectionist Temporal Classification）的解码层，用于解决输入序列与输出序列不对等的问题。

试验表明，上述方法可以有效提高图像内文本识别的准确率，使得系统的数据采集得到有效保障。

## 2. 图台账信息维护模型的设计

继电保护设备台账维护模型主要记录设备的固有属性，包括保护设备的基本信息、参数信息，一次设备的基本信息，场站信息等。通过对保护设备基础数据及数据关系进行综合分析，设计了如下表所示模型。模型可以完整描述继电保护及安全自动装置信息，保证数据格式统一，可扩展性强。同时，通过定义不同的功能类数据高效开展装置管理工作，有力支撑实际继电保护管理和运维工作。

表 台账信息维护模型数据表

|    |                            |
|----|----------------------------|
| 台账 | 厂站                         |
|    | 屏柜                         |
|    | 一次设备                       |
|    | 线路                         |
|    | 主设备&保护装置配置<br>保护装置<br>保护插件 |

## 3. 二维码生成技术

系统通过移动端对二维码的扫描来获取继电保护设备的参数信息，因此二维码的设计要满足信息容量足够大，安全性足够高。使用快速响应（Quick Response, QR）编码格式，这种编码格式的优点是信息容量大，译码可靠性高，保密性、防伪性好。QR二维码的基本结构如图2所示。

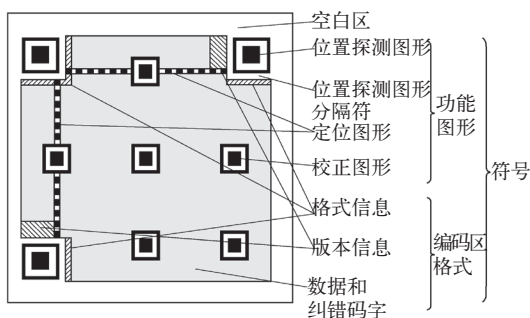


图2 QR二维码结构图

## 继电保护设备信息管理系统

### 1. 系统的功能架构

系统功能架构如图3所示，包括PC端与移动端两个主要载体。

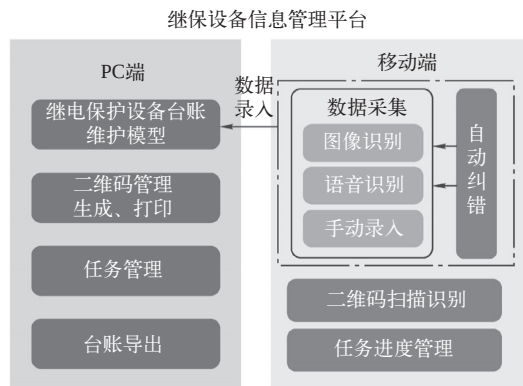


图3 系统的功能架构图

其中，在移动端通过图像识别、语音识别和手工录入等方法完成对设备信息的采集并设计自动纠错功能用于检测采集信息是否有误，随后将其录入到PC端的台账系统中，在PC端对传入的数据进行统计分析，建立标准的台账信息模型，与导入数据相对应，生成设备台账信息，完成设备的台账管理维护功能。随后，PC端对设备的台账信息生成唯一标识的二维码，将其打印贴于屏柜上，并于移动端配套二维码的扫描识别功能，使工作人员通过扫描二维码来获取设备信息。

### 2. 系统的具体功能

#### (1) 设备信息采集

由于继电保护设备的参数信息都标注于其铭牌与屏幕上，所以移动端的数据采集模块通过手持移动设备使用系统App的拍照功能对厂内的继电保护装置进行拍照，获取其铭牌与屏幕的图像。对于所拍摄图像，通过图像识别、语音识别和手工录入三种方法采集其中的数据信息。图像识别模块通过将传统方法与深度神经网络相结合的方法，以高响应、高准确率的特点精准自动地识别

图像内的文字内容,并录入PC端的台账系统中;语音识别模块作为台账信息录入的另外一种手段,由移动端提供语音录入功能,并应用目前已经比较成熟的语音识别功能,录入后自动语音识别并转化成文字;同时,在图像识别与语音识别的自动化信息录入外,还辅助以手工录入模块,将一些图像文本中不包含的信息或表示有歧义的信息通过手工录入,并规定好格式,保障数据的规范性;另外,对于图片、语音识别不出来的信息也可通过手工录入。为了提高系统信息采集的容错率,额外设计了自动纠错功能,通过图像或语音识别之后,对于识别出来的文字信息智能对在相应的数据模型中,若数据自动对应有误,也可以手动拖动文字信息到正确的数据模型位置,在很大程度上方便了用户的使用,并保证了每次的查准率。

#### (2) 数据标准化

采集数据的结构化易于数据分析,为避免设备信息录入不规范等现象,应尽可能提高移动端采集数据的结构化程度,建立公共标准库,通过统一的编码规则维护公共标准库,实现继电保护设备台账数据结构化,标准化。公共标准库中包括:

- 1) 保护类别维护。线路保护、变压器保护、断路器保护、母线保护、高抗保护、辅助保护(过电压)、短引线保护、电容器保护、电抗器保护、站用变压器或接地变压器保护等类别。
- 2) 生产厂家维护。范围涉及南瑞继保、北京四方、国电南自、长园深瑞和许继等厂家。
- 3) 主设备类型。线路、变压器、断路器、电容器、电抗器、母线及其他。
- 4) 运行状态。投运、现停、备用和退运等。
- 5) 通道类型。载波通道、微波通道和专用光纤等。
- 6) 保护插件类型。MMI管理板、CPU插件。
- 7) 变电站类型。常规站、智能站。
- 8) 装置说明书。公共标准维护中增加保护装置说明书的标准库,以相同型号/类型为单元。

对于台账的信息管理,基于“设备为中心”的继电保护设备信息管理系统思想,建立一套符合现场工作需求的继电保护设备台账维护模型。依照此模型,结合导入移动端所采集数据信息,生成继电保护设备的台账信息,并可以根据所选内容和范围,导出台账信息的Excel表格,以及完成相关信息的查询和统计功能。

#### (3) 二维码管理

移动端的二维码扫描识别功能,配套于PC端的二维码管理功能。系统在PC端根据所采集继电保护设备的数据信息,生成了独立且唯一的二维码,只有配套的移动端才可以扫描读取,保障数据的安全性,防止数据泄露。班组人员通过移动端扫描二维码,读取屏柜基本信息并可以维护继电保护设备数据。

#### (4) 任务管理

PC端的任务管理模块,实现班组人员维护保护设备信息分配工作的功能,包括装置数据采集任务功能,实现班组人员维护保护设备信息工作。

1) 新建任务单。由系统相关业务权限人员根据实际工作安排新建任务单。

2) 流程设置。当任务单创建好之后,需要进行流程的设置,实现任务新建、任务填报、任务审核和任务归档的流程闭环。其中,任务新建,以厂站/屏柜为单位,对屏柜里的保护装置进行信息维护;任务填报,根据需要维护的屏柜所在的厂站,对应的班组人员进行任务填报;任务审核,相关业务权限人员对班组报上来的信息进行审核;任务归档,对审核通过的任务进行归档;审核未通过的任务退回,班组人员重新维护再上报。

相对应地,移动端的任务进度管理模块,用于现场工作人员接收PC端所发布任务。主要功能包括:查看需执行任务、已完成任务、任务完成度和历史记录等。为增强信息安全性,移动端具备班组人员权限功能,PC端系统指派人员时添加用户权限,被指派人员凭借授权权限登录移动端实现数据采集录入功能。非授权人员仅有浏览功能,没有数据录入功能。

### 结束语

基于移动巡检的继电保护设备信息管理系统,以继电保护设备的台账信息管理为核心,以移动终端为信息采集与任务传达载体,以目前成熟的图像识别技术作为主要工具,实现继电保护设备信息的快速采集录入以及实时、在线监测,并依照所建统一的台账信息维护模型,对设备信息进行科学规划管理。已开展的示范应用成果表明,本系统能够显著提升变电站内的信息化管理水平,减轻工作人员的负担。EA

(收稿日期:2019.12.01)

(编辑:朱金凤)