

基于 LSTM 的设备管理系统设计与实现

张健¹ 陈世娥² 宋庭佳³ 姚淼鑫⁴

(1 武警海南省总队, 海南 海口 570001;

2 武警警官学院训练基地, 广东 广州 510440;

3 武警广西省总队, 广西 南宁 530000;

4 武警后勤学院, 天津 300000)

【摘要】应用 LSTM、深度学习、MySQL 数据库等技术建立的基于互联网平台的设备管理系统可实现信息管理、单位管理、用户权限管理、识别检索、信息统计等功能。系统可以用于智能化管理设备, 具有较高的推广和使用价值。

【关键词】LSTM; 设备管理; 系统

基于 LSTM 的设备管理系统通过 LSTM 网络进行时序信号自适应特征提取, 实现对设备状态的智能监测, 从而对设备维修、保养提供指导, 有效提升设备管理的科学化和精细化。

一、LSTM 网络

所有递归网络都是由重复神经网络构成的链路, 可以利用上一时刻学习到的信息进行当前时刻学习。LSTM 网络^[1]是一种特殊的递归网络, 具有长短期记忆功能, 可以记忆不定时间长度的数值, 适合于处理和预测时间序列中间隔和延迟非常长的重要事件。LSTM 网络的核心是记忆细胞和多个控制序列信息流动的“门”结构, 使用门控机制控制信息选择性的通过, 其结构如图 1-1 所示。

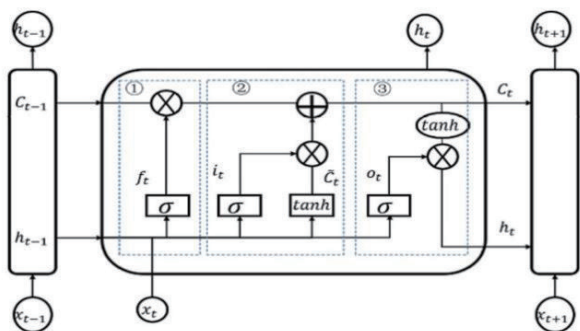


图 1-1 LSTM 网络结构图

① 为遗忘门, 上一单元的输出 h_{t-1} 和本单元的输入 x_t 通过 sigmoid 函数得到“遗忘系数” f_t ;

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (1)$$

② 为输入门, 使用 sigmoid 函数确定更新数值, tanh 函数产生新的候选项, 两者组合后完成当前单元更新;

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (2)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (3)$$

$$c_t = f_t * c_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t \quad (4)$$

③ 为输出门, 使用 sigmoid 函数确定输出的单元状态, 经过 tanh 函数得到输出 h_t , 并最终得到预测值。

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (6)$$

$$y_t = \sigma(W_y \cdot h_t + b_y) \quad (7)$$

其中, 三门的状态值为 f_t 、 i_t 、 o_t 、 C_t^* , 结构门的权重矩阵为 W_f 、 W_i 、 W_c 、 W_o , 当前时刻的单元状态值为 C_t , 当前状态的输出值为 h_t , 门结构偏置矩阵为 b_f 、 b_i 、 b_c 、 b_o 。

LSTM 在一定程度上缓解 RNN^[2] 中的长距离依赖问题。

二、设备管理系统设计

设备管理系统主要是建立和管理一个集成的信息基础结构, 使沟通、合作、业务和服务达到新的水平, 在整个设备管理活动中实现信息共享, 使设备信息资源的质量、可用性和价值最大化。

(一) 系统总体架构设计

系统开发采用 J2EE 体系结构的 B/S 三层架构设计, 采用 SSM (Spring+SpringMVC+MYBatis) 框架技术实现, 应用 MySQL 数据库管理数据, 涵盖了各级管理部门和仓库, 内容涉及设备的存储、识别、统计等相关信息。综合集成了信息存储、智能运算、可视化展示等功能。该系统的架构自底向上共分为四层, 包括基础环境层、数据资源层、业务层、表示层等,

如图 2-1 所示。

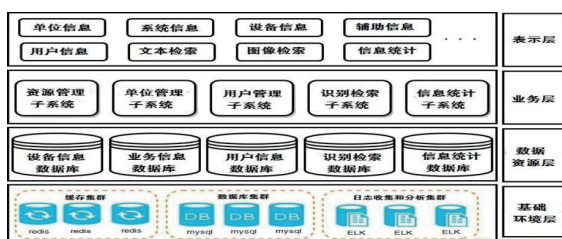


图 2-1 管理系统架构

基础环境层：承载系统的基础软硬件，包括数据服务器集群、磁盘阵列和网络交换机、应用服务器和数据服务器等。主要提供统一的数据资源采集、清洗、整理和入库，在此基础上用虚拟化技术对内存、CPU 等进行虚拟化，并提供资源调度管理、分布式文件系统等功能。

数据资源层：包含系统数据以及为上层开放的数据接口。具体包括设备信息数据库、业务信息数据库、用户信息数据库、识别检索数据库以及信息统计数据库。主要负责完成数据库中数据资源的调用与存储等操作。

业务层：依托数据资源层提供的数据信息，提供各项业务的核心功能服务于表示层。业务层包括封装的接口服务以及实现的业务功能，具体包括资源管理子系统、单位管理子系统、用户管理子系统、识别检索子系统以及信息统计子系统。

表示层：负责完成系统与用户的交互，获取用户的相关操作，并将结果通过界面显示给用户。

（二）系统数据库设计

数据库是整个系统设计的关键环节之一，为了保证系统的可靠稳定运行，数据库需要具有科学合理的逻辑结构，其设计一般具有较强的独立性，在进行数据库逻辑结构设计时，通常采用自上到下的设计方式，从整体逻辑结构着手，直至完成整个数据库全部数据结构的设计。经过对设备管理系统数据库设计要求的评估研究，在实际设计中，该系统数据库采用了从下到上与从上到下相结合的设计方式^[3]，总体 ER 图的设计如图 2-2 所示。

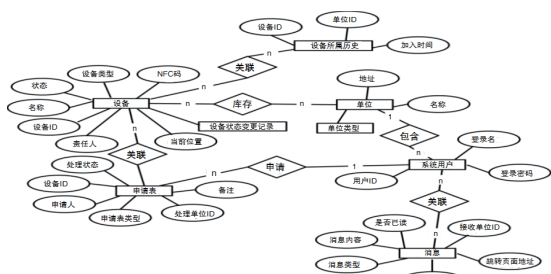


图 2-2 设备管理系统数据库 ER 图

（三）系统设计特点

设备管理系统采取松耦合的方式对各功能模块进行集成，同时保证各模块便于用户理解和使用。

1. 系统模块化：设备管理系统采用模块化设计方案，整个系统由各种不同的功能模块组成，各模块既可以独立运行，互不影响，又可以互相数据联通、单位联通，上级部门单位与上级部门单位、上级部门单位与下级部门单位、下级部门单位与下级部门单位的部门能够通过网络连成一体化系统，模块化设计提升了系统的稳定性和扩展性。

2. 系统集成性：设备管理系统能够在运行的过程中采集各种所需的业务数据，实现各项业务的精确化，精准完成设备管理的各项业务活动，对采集的数据进行分析分类处理，实现了系统集成化管理，提高了系统的效能。

三、设备管理系统实现与测试

（一）设备管理系统实现

设备管理系统首先利用生成对抗网络对设备图像进行数据扩增，然后使用全卷积深层网络进行特征提取，以融合深度特征图像匹配的方法实现设备快速识别。

1. 数据扩增

在图像的深度学习中，卷积神经网络实际上是学习大量的输入到输出之间的映射关系。为了更好的映射关系，需要输入丰富的图像数据，但实际情况，对一些数据比较稀缺的任务，难以得到预期效果。针对设备数据图像不均衡问题，本系统采用对抗网络的设备图像数据扩增方法，在原始数据基础上，采取数据增强技术，对原始图像进行数据扩充。本系统使用的生成对抗网络如图 3-1 所示，通过模型学习数据的分布，随机生成与训练数据集分布一致的图像^[4]，添加适当的对抗样本到训练集中可以有效地提高模型的对抗性和健壮性，使得模型具有更好的泛化能力。

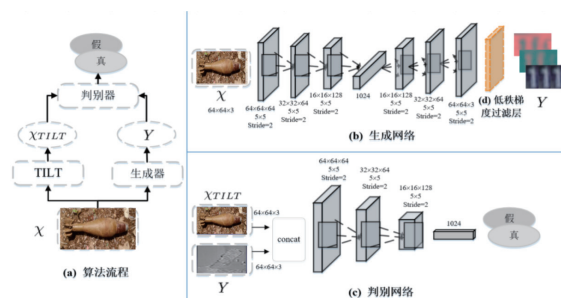


图 3-1 生成对抗网络

2. 特征融合

网络模型层数越深越可能存在过拟合和梯度爆炸的情况，因此如何选取图像浅层特征与深层特征进行融合是图像识别的一个难点。为了丰富上下文语义信息，本系统采用正向、转置和空洞卷积相结合的方法对图像浅层特征与图像深层特征相融合，如图 3-2 所示。工作原理为：正向卷积首先将特征图像输入到大小为 3X3 的卷积层中，以达到减少通道数的目的，再经过 ReLU 激活函数；通过转置卷积可得到所需分辨率的图像，再经过 ReLU 激活函数；空洞卷积则是起到降采样作用，使新图像可以通过 BN 层和 ReLU 激活函数（ReLU 激活函数在三部分均起到图像修正作用）。经过正向、转置和空洞卷积三部分得到的三个特征图像再进行 Concat 通道拼接，以及 3×3 卷积和 ReLU 激活函数平滑，得到最终的特征图像^[5]。

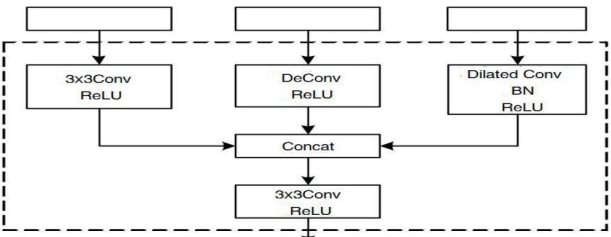


图 3-2 特征融合模块

(二) 设备管理系统测试

1. 测试环境

产品名称	基于 LSTM 的设备管理系统
测试类型	功能测试
测试方法	黑盒测试，其中主要采用“等价类划分、边界值分析”方法
软件环境	Microsoft Windows XP 或 Microsoft Windows 7 等更高版本,MySQL Community Server5. 5. 19
硬件环境	处理器为英特尔奔腾四（Pentium IV）2. 0GHz 或以上，内存：8GB 或以上，彩色显示器
网络环境	内部网络

2. 测试工具

为了对系统进行全面快捷的测试，采用了 QTP、IETester 工具模拟多用户并发访问。为了防止系统出现瘫痪，确保其平稳运行，进行了并发负载测试。测试中选取 Load Runner 作为工具，采取大量用户并发操作响应。

3. 测试结果

系统分别进行了功能性和稳定性测试。在功能性测试中对系统各模块的功能进行测试，均达到使用标准。在稳定性测试中，系统的稳定性、识别速度均达

到 10s 以下，系统的响应速度和时间都可以满足需求，系统达到预期目标。

四、结束语

本系统克服了图像精度低，图像提取、图像识别以及数据管理难度大的问题，实现设备的综合管理，系统建设成本低，操作简便、通用性高、适用性强，具有较高的推广价值。

参考文献：

[1] 朱洪根，田立勤，魏君，陈楠 .LSTM 组合预测模型方法及其应用软件 [J]. 软件，2020（11）：79-84.

[2] 丁怡 . 某装备故障智能诊断模型设计 [D]. 西安电子科技大学 ,2020.

[3] 林雨，辛晓丹，闪晓飞 . 武警部队抢险救援综合信息管理系统设计与实现 [J]. 军事交通学院学报 ,2019(4):91-95.

[4] 杨建，傅明驹，徐国强 . 人工智能基础软硬件架构的关键技术研究 [J]. 信息技术与网络安全 ,2020(3):44-49.

[5] 吴德彬，刘笑楠 . 基于多尺度语义信息融合的 SSD 小目标检测方法 [J]. 微处理机 ,2022(43):14-15.

[6] 赵锦阳，卢会国，蒋娟萍等 . 基于改进决策树的故障诊断方法研究 [J]. 成都信息工程学院学报 ,2018,33(06):29-36.

[7] 李宁 .Java Web 开发技术大全 [M]. 北京：清华大学出版社 ,2009:45-46.

[8] 温昱 . 软件架构设计（第 2 版）[M]. 北京：电子工业出版社 ,2012:55-70.

[9]Gu J,Wang J,recent advances in convolutional networks[J].computer science,2015.

[10]Chollet,rancois.xception:deep learning with depthwise separable convolutions[J].2016.

作者简介：

第一作者：张健（1980.12-），女，安徽芜湖人，工学硕士，现为武警海南总队高级工程师；

陈世娥（1981.10-），女，福建莆田人，工学硕士，现为武警警官学院训练基地工兵教研室教授；

宋庭佳（1986.07-），女，广西浦北人，武警广西总队工程师；

姚淼鑫（1987.04-），女，湖南攸县人，军事学博士，武警后勤学院军需教研室副主任、讲师。