

疫情防控辅助分析与预警系统的设计与实现

黄春营, 李超, 彭珲, 张翔

(63892部队, 河南 洛阳 471000)

✉cyhuang416@163.com; 409942339@qq.com; tanger_ly@163.com; 2637324398@qq.com



摘要: 新型冠状病毒感染全面爆发的过程给社会发展带来极大的影响, 针对这种突发性的影响社会稳定运行的公共卫生事件, 国家和社会各层都采取了积极措施进行精准防控。根据防控经验, 为了提高人员管控的效率和准确率, 并有效地追踪历史数据信息, 需要开发一套疫情防控辅助分析与预警系统。该系统能在保证符合数据安全和保密条件的前提下, 通过深度学习平台飞桨(PaddlePaddle)自动识别行程卡图片中的电话、时间及近期到达或途径的城市信息, 精确判断人员风险, 给出防疫风险的辅助分析和预警。系统的实现不仅为防控工作提供了支持, 对具有保密要求的应用系统的研发建设也有借鉴意义。

关键词: 疫情防控; 自动识别; 预警

中图分类号: TP391.7 **文献标识码:** A

Design and Implementation of Auxiliary Analysis and Early Warning System for Epidemic Prevention and Control

HUANG Chunying, LI Chao, PENG Hui, ZHANG Xiang

(63892 Unit PLA, Luoyang 471000, China)

✉cyhuang416@163.com; 409942339@qq.com; tanger_ly@163.com; 2637324398@qq.com

Abstract: The full outbreak of novel coronavirus infection has a great impact on social development. In view of this sudden public health event that affects society stability, the state and all levels of society have taken active measures to precisely prevent and control it. According to the prevention and control experience, in order to improve the efficiency and accuracy of personnel control, and keep effectively track of historical data information, it is necessary to develop a set of auxiliary analysis and early warning system for epidemic prevention and control. On the premise of ensuring data security and confidential conditions, the system automatically identifies the phone number, time and the city information of the recent arrival or route in the travel card picture through PaddlePaddle (A deep learning platform), accurately judging the personnel risk and giving the auxiliary analysis and early warning of epidemic prevention risk. The implementation of the system not only provides support for the prevention and control work, but also has reference significance for the research and development of application systems with confidentiality requirements.

Keywords: epidemic prevention and control; automatic recognition; early warning

1 引言(Introduction)

新型冠状病毒感染暴发后, 国家和政府出台了一系列措施进行防控, 在防控过程中, 最常见的防控要求通常是查看来访人员的行程卡和健康码, 采用人工方式判断来访人员是否有中高风险地区旅居史。但是, 这种人工查看行程卡的方式信息化程度不高、效率低, 并且在中高风险地区较多的情况下, 人工查看的方法就要求防控人员首先需要牢记每个中

高风险地区, 然后对行程卡信息进行一一比对, 这对防疫人员来说具有一定的难度。此外, 采用人工查看比对结果的准确度也难以达到要求, 并且无法留存相应的行程卡信息, 给后续追踪、倒查带来一定的困难, 也给疫情防控带来极大的安全隐患^[1-2]。

为了提高人员管控的效率, 减轻人工查验的压力, 便捷地留存相应人员的行程卡上对应的电话、时间及近期行程信

息,在确保信息安全和符合保密要求的前提下,本文设计了一套疫情防控辅助分析与预警系统,该系统具有以下特点:一是方便快捷,只需要用户手机截图行程卡然后上传至系统,系统就能够自动识别行程卡上的数据,然后与系统中保存的当前中高风险地区数据一一比对,即可得到相应的风险判定信息,并能准确地给出预警;二是操作灵活准确,针对不同地方的防疫要求,管理员可以对中高风险地区进行灵活管理,使系统比对结果更加准确;三是方便追踪信息,由于对中高风险地区的判定存在一定的滞后性,可能造成某些人员在查验行程卡信息时属于无风险,但后续追踪可能出现风险的情况。针对此问题,系统能够快速查找追踪指定时间范围内管控人员的行程信息,判断该类人员是否有防疫安全风险;四是符合保密和信息安全要求,网络系统中留存的信息只有行程卡图片上显示的相关的信息,不含其他任何个人数据信息,符合规范的保密要求^[3]。

2 关键技术(Key technologies)

2.1 PaddlePaddle深度学习框架

PaddlePaddle^[4]是百度公司自主研发的深度学习平台,该平台集成了深度学习核心训练、推理框架、基础模型库、端到端开发套件及丰富的工具组件,具有模块化设计、高效率训练,高性能、工业级部署等特性,并且有丰富的官方支持的用于产业、学术和科研的模型库,内容涵盖计算机视觉、自然语言处理、推荐算法等领域^[5]。

PaddlePaddle中的开源文字识别模型套件PaddleOCR是一个先进实用的文本识别模型和工具库。PaddleOCR在实现前沿算法的基础上,在充分考虑计算精度与速度的平衡后,对模型进行瘦身和深度优化。用户既可以通过PaddleHub工具方便快捷地使用PaddleOCR实现各种应用,也可以使用PaddleOCR套件根据自己的需求训练出自己的超轻量模型。

为了简化用户操作流程、保证用户上传信息的准确性,系统基于PaddlePaddle深度学习框架快速开发和部署独立的图片信息识别服务^[6],该服务能够快速识别用户上传的行程卡信息,经过数据处理获取系统需要的数据信息,然后进行比对、追踪等操作。

2.2 Spring Boot框架

Spring Boot是由Pivot团队设计并研发的一种新颖的Web框架^[7],其设计宗旨是简化Spring应用的搭建和开发过程,通过“习惯优于配置”的思想实现Web项目的快速搭建。该框架拥有独特的配置方式,网站开发人员不需要进行大量重复的样板式配置工作。Spring Boot能够创建并运行独立的Spring项目,其内嵌的Tomcat服务器能方便地进行项目的调试,并且项目支持以jar/war包的方式进行线上部署,项目配置不会生成额外的代码量,不需要进行XML文件的配置,具有开箱即用的特点,提供了更快的基于Spring的开发体验。所以,本系统采用Spring Boot框架快速实现项目中Web部分

的开发和部署^[8]。

2.3 MyBatis框架

MyBatis是Apache的一个开源项目和ORM(Object Relation Mapping)框架,它通过XML文件和注解实现对象关系到数据库的映射,从而简化了Java代码对数据库的直接操作^[9]。MyBatis框架的一个特性在于语句的映射。相比JDBC等其他连接数据库的方式,使用SQL(Structured Query Language)映射的XML配置文件比较简便,并且会减少较多的代码。MyBatis的另一个重要特性是支持动态SQL。在动态SQL语法的帮助下,开发人员可以将很多的参数逻辑放入XML中使用动态SQL进行判断,而不是放在业务逻辑层进行冗余逻辑的处理,这也极大地提高了SQL语句的复用性。系统使用MyBatis可以将业务逻辑和数据访问逻辑分离,让开发人员更专注于系统的上层应用设计和架构部分,使系统的设计更清晰,更便于维护。

3 需求分析(Demand analysis)

新型冠状病毒感染的防控过程中,针对来访人员采取人工查验行程码判断是否存在风险的工作方式效率低,而且容易出现漏报误报的情况,以及对通过现场查验的人员也无法实现有效追踪的问题,急需一套能够方便快捷地进行行程卡信息检测并且能够实时查看、实时更新的系统,该系统的主要需求包括以下几个方面。

3.1 功能性需求

(1)用户上传行程卡图片:要求系统能便捷地上传个人行程卡信息,并得到准确的判断结果。

(2)实时预警:当用户上传行程卡信息后,系统会自动判断该用户是否有防控安全风险,当判断结果为有风险存在时,系统能够及时地给出预警信息。

(3)预警信息查询:系统管理员能够实时查看系统的预警信息,并且能根据预警信息准确追踪有安全风险的人员信息,及时进行人员管控。

(4)中高风险地区管理:系统能够实时更新中高风险地区,运维人员能够对系统中的中高风险地区信息进行管理。

(5)历史数据管理:系统管理员能够快速查询和追踪历史数据。

3.2 非功能性需求

(1)安全性:系统中需要用户上传的数据不包含任何隐私信息,均为可公开的数据,并且系统中不存储其他任何个人信息,确保信息安全。

(2)便捷性:考虑到用户群体可能对手机操作不熟练,所以要求用户端的操作应尽量简单易懂;管理员端的操作应适配PC端和移动端。

(3)并发性:经过对应用场景的统计分析,系统建设初期应能保证50人同时流畅地上传个人行程卡信息,若后续有更高的并发需求时,系统架构应支持通过选择增添服务器、做

负载均衡等方式实现扩容。

(4)兼容性：系统界面需适应市场主流移动设备及PC端，能够兼容IOS、Android等不同的手机系统。

4 系统设计(System design)

本节根据系统的需求分析进行设计，主要介绍系统体系结构设计、功能结构设计两个部分。

4.1 系统体系结构设计

疫情防控辅助分析与预警系统采用B/S结构进行设计，该结构的体系框架是一种基于Web的三层系统结构^[10-11]，如图1所示。

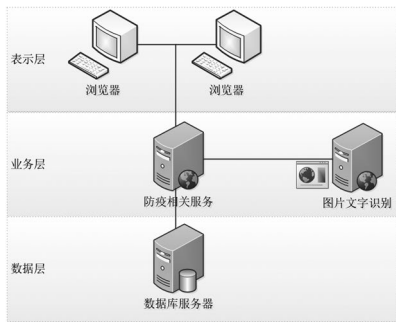


图1 Web系统结构

Fig.1 Web system architecture

图1中，最上层是表示层，该层主要是展现给用户的界面，是直接为用户交互的部分，在本系统中，用户可以扫描二维码通过浏览器与系统进行交互；中间层是业务逻辑层，该层包括两个部分：一部分是基础的防疫相关业务服务，负责处理图片上传、风险识别、实时预警等功能，另一部分是基于PaddlePaddle搭建的图片自动识别服务，主要通过接口与基础业务处理部分进行交互；最底层是数据存储层，负责管理整个系统的数据资源的存储。

4.2 系统功能结构设计

系统的功能结构如图2所示，主要包括用户监测模块、中高风险地区管理模块、信息查询模块。

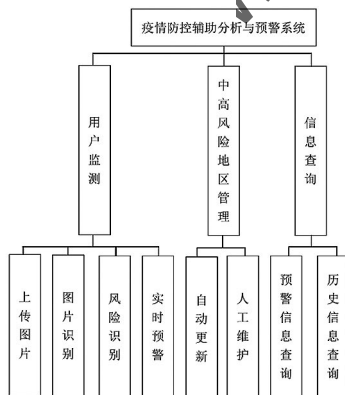


图2 系统功能结构图

Fig.2 The structure of system functions

4.2.1 用户监测模块

(1)上传图片：这是系统用户使用的主要功能，用户上传行程卡截图后，系统给出判断结果。

(2)图片识别：系统基于PaddlePaddle框架建立独立的服务接口，识别用户上传的图片信息。

(3)风险识别：系统通过逐一比对用户行程卡中的行程和中高风险地区信息，识别判断该用户是否存在风险。

(4)实时预警：系统可以实现实时预警，并能通过邮件的方式给管理人员发送预警信息。

4.2.2 中高风险地区管理模块

(1)自动更新：系统通过定时任务，每天自动从网站抓取中高风险地区信息，并实时与系统中信息进行比对、更新。

(2)人工维护：可以采取人工方式对中高风险地区进行新增、修改、删除、查询等操作。

4.2.3 信息查询模块

(1)预警信息查询：查询系统的预警信息。

(2)历史信息查询：查询系统中用户上传的历史信息，方便追踪。

5 系统实现(System implementation)

在说明系统设计的基础上，本部分主要对系统对接的主要防疫业务，以及图片识别服务和前端页面部分的实现进行简要介绍。

该系统的实现主要采用开源Spring Boot框架，该框架继承了Spring框架的优秀特征，还通过简化配置的方式进一步简化了Spring应用的搭建和开发过程，在使用过程中，首先从Spring Boot官方网站选择相关的配置，比如SpringBoot版本、JDK版本信息及开发所需要的依赖文件等信息，其次生成项目并下载到本地，导入开发环境中即可。项目中src目录包含Java代码和配置文件，test目录用来做测试，pom.xml是项目所需的依赖文件。系统的开发一般进行分层处理，Controller层负责响应前端的请求，Dao层负责数据的持久化操作，Service层主要负责业务模块的业务处理。其中，Dao层和服务层通常是先设计接口，然后设计其实现类，在Spring的配置文件中配置其实现的关联，最后可以在Controller中调用Service接口进行业务处理。

图片识别服务通过搭建PaddlePaddle深度学习框架中的PaddleOCR套件实现。该套件主要包含文本检测和文本识别两个阶段，其中文本检测阶段采用DB(Differentiable Binarization)算法，文本识别阶段选用CRNN(Convolutional Recurrent Neural Network)算法。此外，PaddleOCR在检测和识别阶段之间还添加文本方向分类器，用以应对不同方向的文本识别。

系统的前端采用Bootstrap开源框架，该框架是一个能够自适应的前端响应式框架，用于开发响应式布局、移动设备优先的Web项目，能够帮助开发者快速设计出扁平化的前端界面。系统只需要引入Bootstrap的相关项目文件即可进行前端页面的开发。

系统的主要功能界面如图3至图5所示，其中图3是用户上传图片界面，用户只需上传图片即可得到是否存在风险的

判断结果,图中的其他信息是通过自动识别图片上的信息自动填充的,进一步简化了用户操作。图4是中高风险地区信息管理的界面,管理员能够便捷地对中高风险地区的信息进行相应的操作。图5是用户上传的行程信息及产生预警信息的界面,用户能够快速查看上传的行程信息及产生预警的行程信息。此外,由于这两个功能在前端显示的界面上类似,因此对界面进行了重用,通过点击不同的按钮对信息进行切换查询。



图3 图片上传

Fig.3 Image upload



图4 中高风险地区信息管理

Fig.4 Management of the middle-risk and high-risk areas



图5 信息查询

Fig.5 Information query

6 结论(Conclusion)

本文以新型冠状病毒感染防控过程中如何快速有效地判断来访人员的风险为目标,实现了基于行程卡信息自动识别的疫情防控辅助分析与预警系统。系统后端采用“Spring Boot+MyBatis”等开源框架,具有良好的可扩展性且自主可控;前端采用Bootstrap自适应框架,方便用户在各种移动设备和PC端使用。该系统的设计和实现既满足了信息保密要求,也为疫情防控提供了精准便捷的分析工具,大大提高了疫情防控工作的质效,对疫情防控及具有保密和数据安全要求的应用系统的研发建设提供了经验和参考。

参考文献(References)

- [1] 宗建锋,毋海云,许嘉悦,等.疫情期间大学校园多系统融合立体防控系统[J].教育研究,2020,3(10):205-210.
- [2] 周振发,林富明,王洪昌,等.省级疫情防控辅助决策系统构建与应用[J].现代测绘,2020,43(3):56-59.
- [3] 吴佳佳,周瑾,王文桥,等.军队综合性医院新冠肺炎疫情感染防控策略实践与探讨[J].重庆医学,2020,49(17):2820-2823.
- [4] JIA W F, WANG D F, NIU H H. Big data processing and intelligent analysis system for students' learning state based on PaddlePaddle[J]. International Journal of New Developments in Education, 2021, 3(6):17-22.
- [5] 马艳军,于佃海,吴甜,等.飞桨:源于产业实践的开源深度学习平台[J].数据与计算发展前沿,2019,1(5):105-115.
- [6] 王昊,康晓凤,卢志科,等.基于深度学习的验证码识别Web应用平台[J].软件工程,2020,23(04):40-43.
- [7] 汪云飞.JAVA EE开发的颠覆者SpringBoot实战[M].北京:电子工业出版社,2016:7-12.
- [8] 王丹,孙晓宇,杨路斌,等.基于SpringBoot的软件统计分析系统设计与实现[J].软件工程,2019,22(03):40-42.
- [9] 张雷,王悦.基于SpringBoot微服务架构下的MVC模型研究[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2018,17(4):1-9.
- [10] 郑仁明.基于B/S模式的实验教学管理系统的分析与设计[J].电脑知识与技术,2016,12(17):85-87.
- [11] 王勇,王松,张红英.基于B/S构架的网络结构可视化系统设计与实现[J].计算机工程与应用,2020,56(11):230-237.

作者简介:

黄春营(1992-),男,硕士,研究实习员.研究领域:软件测试.

李超(1986-),男,硕士,助理研究员.研究领域:软件测试.

彭琰(1976-),男,硕士,副研究员.研究领域:软件测试与仿真.

张翔(1992-),男,硕士,研究实习员.研究领域:软件测试.