

尊敬的编辑老师：

您好！

本次主要修改内容包括：

- ① 对图（三）的四个图片删除；
- ② 对文章内容进行精简，字数控制到 7224 字（含字符）；

谢谢编辑老师

## 基于 Android 的 5G 移动智能影像系统设计

史森中，黄昊，严培瑞，龚黎伶\*

(中国人民解放军陆军特色医学中心信息科,重庆 400042)

**[摘要]**基于 Android 平台开发以 DICOM3.0 为标准的移动手机医学影像操作软件，结合 5G 无线网络通讯技术，实现通过智能手机使用该软件实现影像资料的查询、浏览以及编辑提交等处理，确保 PACS 访问受时间性和地域性的限制，医生能够随时随地的获取医学影像信息，提高了诊疗工作中医学影像的能力及效率。

**[关键词]：**移动;医学影像;智能手机

**[中图分类号] TP393.092 [文献标志码] A**

## Design of 5g mobile intelligent image system based on Android

SHI Senzhong, HUANG Hao, YANG Peirui, GONG Liling\*

(Department of Information.Army Special Medical Center of PLA,Chongqing 400042,China)

**[Abstract]** Based on the Android platform, the mobile phone medical image operation software with DICOM3.0 as the standard is developed. Combined with 5g wireless network communication technology, the software can be used to query, browse, edit and submit image data through smart phones, so as to ensure that PACS access is limited by time and region, and doctors can obtain medical image information anytime and anywhere, It improves the ability and efficiency of traditional Chinese medicine imaging in diagnosis and treatment.

**[Key words]** mobile; Medical imaging; Intelligent mobile phone

### 0、引言

近年来，在医疗信息化工作中，各类诊疗工作离不开 PACS 影像系统作为支撑，PACS 影像系统至关重要，然而，以往的 PACS 影像信息系统，其工作环境主要位于有线局域网 PC 用户终端中。既医务人员必须在相应科室的工作区域通过个人工作站，才能对相应的影

像检查报告进行查询和检索<sup>[2]</sup>。因此，如何开发一种不受局域网络环境所限制的系统和平台。便于医务工作者能通过移动智能平台无线连接到终端，及时了解和掌握工作站中患者的 PACS 影像检查结果，是非常有必要的。

## 1、移动智能影像系统研究进展

近年，国内通信技术以及网络技术在国家相关政策的支持下迅猛发展，相应的网络基础设施以及技术条件也在不断地完善，这无疑是为移动 PACS 影像系统提供了网络通信基础保障，另一方面，根据中国工信部发布 2020 年通信业经济运行情况，截至 10 月末 4 5G 手机终端连接数量已经达 3.65 亿户，这一庞大 5G 网络用户数量，无疑代表着我国 5G 环境以及技术已趋于成熟，并且可以持续化发展，同时也为国内移动医疗技术提供了有力条件，同时让移动 PACS 影像系统的实施成为可能。

另一方面，就目前国内市场而言，越来越多的商业机构以及科研单位在积极地研究适用于移动终端的 PACS 医学影像系统，比较典型的医院如某军医大学附属医院，2019 年便实施了移动 PACS 影像信息系统项目；国内的商业机构方面，如：杭州联众医疗科技、行心科技等等都相对比较成熟。

对于移动 PACS 医学影像系统的医学病理和影像分析分类编码标准方面。典型代表是 DICOM（Digital Image and Communication in Medicine）3.0 标准，该标准早期是由美国放射学以及电子制造协会共同起草完成，并通过不断的修改和完善，从而弥补结构性和网络性的不足，形成了行业性和国际的 DICOM3.0 标准，该标准同时也是医学影像传输与通讯的国际标准，目前在国际上被普遍采用，是当前国际上使用最为广泛的大规模标准化中文医用术语数据结构，其有利于 PACS 影像的存储传输和归档，且有效解决了不同设备之间 PACS 影像资料的快速传阅共享和检索重建。

## 1、系统设计

本系统的移动数据传输主要依托于 5G 移动网络，安全方面主要是借助了 PKI 加密技术、数字认证技术、以及 VPN 等技术。在保证数据安全的前提下，形成一个 5G 的闭环网络环境。5G 网络，是第五代移动通信技术的简称，其高速的网络传输速率以及更大的带宽容量有目共睹。目前国内 5G 网络的理论带宽理论可达 1-10Gbit/s<sup>[3]</sup>，其传输速率甚至优于现有的百兆光纤网络。为移动 PACS 的传输阅览和和调取提供了强大的通讯基础支持。医务人员通过利用已授权的移动终端，在安装本系统的 APP 客户终端后，即可实现上述操作。

### 1.1、系统平台的选择

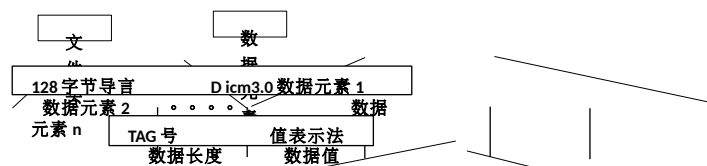
目前，主流移动智能终端的系统操作平台，主要由 IOS 以及 Android 两大阵营所占据。IOS 与 Android 所占有的移动终端系统市场份额，由 2011 年的 62%增长到 2020 年的 99.9%<sup>[4]</sup>，用户数量愈发惊人。但从开发者的角度来看 IOS 是一个相对较为封闭的环境，其二次开发的难度非常大，系统程序不可替代，其中的第三方的程序，也需要非常高的应用权限授权。而后者 Android 则不然，其系统权限相对较为开放，能够自由容纳第三方应用程序，甚至可以将第三方应用程序对原有系统程序进行替换。因此，在系统平台的选择方面，我们选择了较为开放的 Android 平台作为本移动 PACS 影像终端的系统平台。

## 1.2、移动 PACS 医学影像系统跨网访问的安全性问题

基于 5G 网络平台搭建移动 PACS 医学影像系统，会涉及到需要通过外部互联网络环境跨网访问内部网络，由于医院军字一号网络是属于涉密局域网，需要防止医疗数据、患者信息泄露，同时还要阻止系统外部的攻击，那么在系统规划的初期，务必将网络安全措施和机制纳入其中。在这一安全机制和构建措施方面，陆军特色医学中心作为大型三甲医院已经有相对丰富的经验，如现有的患者微信、支付宝等 app 的扫描支付结账，或者通过手机等移动设备进行挂号等操作等，现阶段而言都是采取了虚拟专用网(VPN)技术，通过外部互联网络调取内部局域网系统的过程。因此，移动 PACS 医学影像安全访问的技术层面方面，亦是如此。主要借助外网云服务运营商，通过划分并租赁私有云，并通过虚拟专用网(VPN)技术完成过程实现。在院内，根据业务需求和安全等级保护要求，采用防火墙、网闸控制互联网到核心交换区的接入；利用入侵检测系统和监控系统控制整个网络中的攻击行为；设置了对外提供服务的 DMZ 区域，将移动医疗系统服务器部署在此。在院外，借助阿里云等云服务平台划分医院的专有网络(VPC)，通过虚拟专用网(VPN)相连<sup>[5]</sup>。VPN 可以通过特殊的加密通讯协议，在 Internet 上对 2 个或多个企业内部网之间建立一条专有的通讯线路，以此来确保移动 PACS 医学影像系统的访问安全。

## 1.3、移动 PACS 影像的调阅通讯标准数据结构

在移动终端 PACS 影像调阅过程中,我们采用了 DICOM3.0 作为移动影像成像与通讯的标准，如图（一）所示，本移动 PACS 的数据结构为树形结构。其文件头包含了导言和前缀，而数据集中数据元素的核心技术是数据的成像技术，其载体为数据像素。传输方式主要分为数据像素矩阵和图像文件格式，包括患者的基本信息资料:如姓名和年龄等。



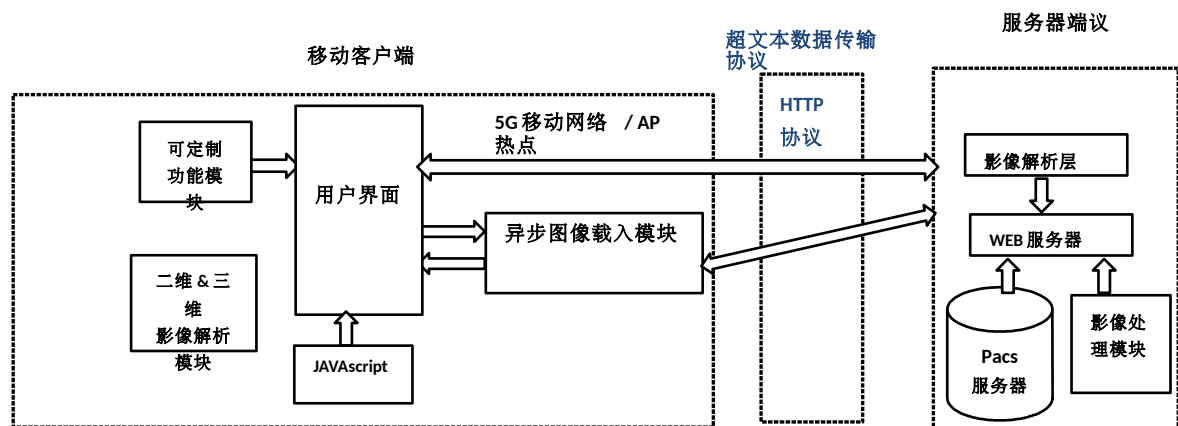
图（一）移动影像系统数据通讯结构

## 1.4、移动终端影像的压缩

由于近年来医疗机构，特别是三甲医疗机构，日门诊量以及住院患者数量日趋增长，每日产生的影像文件数量多达 10 万份/日。日新增影像报告数据量达数十至数百 GB。因此，智能终端的 APP 系统，需设计相应的医学影像文件压缩技术。本系统在影像文件格式的压缩方面，主要采用了 JPEG2000 标准<sup>[6]</sup>，并且通过 ROI 分层压缩技术编码，来实现影像文件的分层压缩，弥补了单纯的 JPEG2000 标准压缩技术中所存在的块状文件模糊现象。在图像传送中,采用基于小播技术的压缩方法，对超大医学影像（24Mbytes）采用 3%的压缩率快速压缩、解压。对医学影像进行压缩后，图像仍然能保持原图的细微结构及清晰度，从而保障能用于移动诊断。同时，将放射线影像时压缩率控制在 1%，因此大大降低了图像的传输速度，且适合本系统的运行。

## 1.5、系统架构

本系统主要是基于 B/S 模型的 HTML5 架构作为系统的可视化平台模型,在客户端的安装方面较为简便,维护扩展相对也较为容易等<sup>[7]</sup>。如图(二):本系统的整体结构主要包括了客户端部分以及服务器端两部分,其中客户端的用户界面方面采用了 JavaScript 作为整体开发语言。在客户端部分主要按设计包括了:可视化的用户界面、可根据需求进行扩展和修改定制的功能模块、异步图像载入模块等。通过线程消息传递机制接受指令和返回数据;二维及三维影像传输解析模块主要负责医学影像数据绘制和交互显示。利用二维、三维影像解析模块响应前端不同的服务请求,解决了或因线程没有进行优化处理,可能出现影像资料文件无法正常显示、加载缓慢、内存溢出,甚至导致系统奔溃等影响医务人员用户体验等问题。而在 PACS 服务器端,仍同往常一样负责全院影像结果的资料存储和归档,PACS 服务器通过 DCMTK 技术实现全院医学影像资料的归纳和存储和解析,浏览器端和服务器端之间通过超文本传输协议 HTTP 进行通信。HTTP 作为一种被广泛使用的通用网络协议,在 OSI 的协议体系上灵活且稳定,非常适合本系统的影像文件传输和通讯。系统作为现有医护工作站的扩展和延伸,而非简单的复制。传输网络方面借助了 5G 通讯技术,来实现对 PACS 服务器的调用和查询,通过智能终端的系统,完成相应患者影像结果的诊断后,将诊断的结果传输至诊断服务器进行保存和归档。



## 1.6、移动影像报告浏览与处理模块

作为 PACS 系统的移动终端,需要直接调阅浏览 PACS 服务器中的影像报告。为此我们采取两个步骤来实现这一过程,一是,通过 DICOM3.0 标准将影像图像下载到本地,由于移动终端的本地存储空间限制,直接打开.DCM 格式文件将会在移动终端中产生大量的缓存冗余文件,因此,通过第二步,选中相应的.DCM 文件后进行二次压缩和解析。如前所述,打开的过程中,影像报告已通过 JPEG 2000 标准和 ROI 分层压缩编码进行了二次文件压缩以及文件解析显示,实际打开后的影像文件是.PG2 文件格式,.DCM 的文件被二次压缩和解析后,能够在该移动终端得到良好的显示展现,相应的像素也符合并满足医疗诊断的阅片标准。由于移动智能终端受本身体积的限制,并没有能够提供强大图像处理功能的独立的显卡和显存,为此,在移动影像报告的浏览和处理方面,我们设计了影像报告处理和阅片功能,包括:① 影像报告以轴点为中心的自由缩放功能,以便于单手或双手实现操作;② 窗口界面的位置调整功能;③影像图像的拖移翻转功能;④ 影像报告的色彩度、

色温、亮度、灰度、相位的深度、对比度等功能，能够满足移动环境下医务人员，实现对患者影像结果的查阅诊断分析和处理等常用功能。⑤影像报告中病灶的批注和标注功能。⑥影像报告查询、编辑以及提交功能等

## 2、系统应用

### 2.1、解决了基层医疗机构影像技术人员匮乏的难题

由于我国影像诊断医师资源紧缺，而这些医师多集中在大城市、大医院，因此更是加剧了人才奇缺的现状。很多中小医疗机构引进了先进的影像设备,但缺乏优秀的影像诊断医师，针对此情况，在本系统在实际应用方面，对于那些配备了先进的影像设备，但影像诊断医师匮乏的医疗机构，本系统可以实现影像诊断托管模式，医院只需配备影像设备操作技师和一台会诊服务器，会诊服务器直接连接影像设备或 PACS 服务器，远程影像会诊中心专家通过移动智能终端无线连接进行影像实时监控。在病人拍出影像后，诊断中心专家通过移动智能终端的系统平台查阅病人医学影像，专家在远程进行医学影像的诊断和确认后出具影像诊断报告，基层医疗结构收到诊断报告后直接打印并发放给病人。此方式解决基层医疗结构影像诊断人员缺乏问题，而报告出自远程知名专家，可有效的提高医院的诊断水平，以及患者对医疗机构的信赖程度。

### 2.2、提升基层医院对影像诊断结果的质量把控

许多医疗机构虽然有影像科医生，但影像科医生诊断水平薄弱，无法保证影像的诊断质量，本系统通过实现远程专家影像审核，基层医疗机构在拍完影像后，影像科医生先自行出具书写诊断报告后，上级医疗机构的专家通过本系统智能终端与基层医疗机构 PACS 信息系统进行对接，实现了远端上级医疗机构能第一时间调取基层医疗机构影像科医生所书写的诊断报告，远程专家可通过远程查看病人影像以及基层医院医生书写的报告，进行影像审核，从而实现对影像诊断质量把控，基层医疗机构只负责报告书写，没有审核权限，远程专家在查看并审核过后，基层医疗机构医生打印并发放给病人，以此加强了基层医疗机构影像报告的严谨性及可用性。

### 2.3、实现大型医疗机构紧急情况下的移动诊断

医疗行业中，即便是大型医疗机构，日常工作中的突发事件仍是层出不穷，夜间住院总值班医师、值班医师人单力薄，且多为 2 线、3 线医师，诊断经验往往相对较匮乏。当遭遇紧急疑难病例时，很难快速应对和诊断<sup>[7]</sup>，为了避免此类事件造成的不良后果，医疗机构为 1 线上级医师配备本移动影像终端设备，方便 1 线上级医师随身携带，紧急会诊情况下，1 线上级医师根据紧急会诊需求，远程提取会诊影像数据以供影像会诊所需。当有疑难影像需要会诊时，2、3 线住院医师通过系统平台接口，单独提交会诊申请资料并上传患者 PACS 影像到 1 线医师的移动影像智能终端系统，智能终端收到会诊申请后，1 线医师对该疑难影像进行会诊，并提出诊断意见。

### 2.4、院内影像诊断更加高效

移动终端影像信息系统，实现院内医学影像的互联互通，医师不在拘泥和局限于临床医师办公室，影像会诊也不需预约时间，在全院 AP 热点覆盖的情况下，该系统支持利用移动智能终端查看影像资料，实现临床病区的影像查房功能。此外还支持门诊、急诊等科室的影像调阅，以及在 5G/4G 移动网络环境下的影像资料调阅，确保出诊医生更加准确的对危急病人进行诊断治疗。医师和专家是否在院内的情况下都可通过 5G/4G 高速移动网络环境下实现智能移动终端的远程影像学诊断和会诊，确保在 AP 热点无法覆盖的范围内能够稳定地运用系统完成高效率的影像学诊断。

### 3、结语

近年来移动网络技术迅猛发展，移动网络标准不断地迭代更新，无疑为数字交换和数字通信开辟了崭新的领域，Web 技术和电子信息技术的不断进步，促进了无线智能终端设备成本的不断降低<sup>[8]</sup>，并对医疗机构 PACS 提出了新的要求，移动 PACS 影像系统的普及也成为了可能，并受到国内外医疗信息工作者乃至医务人员的高度关注。基于无线移动通讯协议并 B/S 架构下打造的移动影像信息系统，无疑顺应了电子信息技术、计算机网络技术乃至现代临床医学技术相结合的发展趋势，满足了我国医疗诊断精准化和高效率等多个方面的需求。移动医学影像系统的实施，突破了以往有线网络拓扑结构下诊断环境以及设备的诸多限制，打破了以往的影像服务器到客户端的边界性，实现了真正意义上的无边界影像数据传输。但值得注意的是，移动影像系统并不是意味着是传统 PC 终端影像系统的替代，就现阶段而言它只是传统影像系统的辅助和延伸，当然随着 5G 乃至更高标准无线通讯技术的不断发展以及智能终端的进步，这都会为移动影像信息系统带来更多的可能。

#### 参考文献：

- [1]. 王小龙.移动互动平台融合综合教学在医学影像读片课程中的应用[J]. 继续医学教育, 2020,34(10):10-12.
- [2]. 胡昊,廖伟雄.移动 PACS 在医学影像教学中的应用研究[J].中华医学教育探索杂志 2020,19(7):798-801.
- [3]. 张敏伟,陈宁宁,蒋可思,等.医学影像设备移动学习平台"影-X-器"的设计与开发[J].健康必读, 2020,(17):261.
- [4]. 黄娟,黄小明.移动 PDA 在放射科 RIS-PACS 系统工作流程中的应用分析[J].计算机时代, 2020,(11):47-49.
- [5]. 李玉明,李真林,余伟,等.PACS 端与手机移动端相结合的智能化医学影像技术实习教育系统的研究[J].中国医疗设备,2020,35(10):46-50.
- [6].杨立宇,巴根,杨礼庆,等.移动学习与 PACS 影像系统结合式教学在骨科临床实习中的应用与效果分析[J].中国医学教育技术,2017,31(1):47-50.
- [7].张海波,肖强,刘晓辉,等.基于语音识别的智能移动查房系统的建设与应用中国卫生信息管理杂志, 2020,17(6):799-803.
- [8].单金丽.浅谈 PACS 的远程医学影像会诊系统的构建及应用[J].信息记录材料,2020,21(5):66-67.