

## 基于 Web 的医疗设备使用维护技术支持系统设计

### 0 引言

现代医疗设备越来越先进、越来越复杂，这就为设备的使用、维护与维修带来了挑战。医疗设备维护和维修管理已经成为当今医院管理的重要组成部分之一。设备的维护和维修一般有三种方式，即医院技术人员自主维修，设备厂商售后人员维修，以及社会第三方维修。由于客户分散，设备厂商维修人员不足，维修周期长，维护维修成本畸高，也严重影响了医疗设备的使用效率，不利于患者疾病诊疗，同时也给医院造成经济损失。调查显示，医疗设备预防性维护维修的效率是设备厂商售后服务的短板，而提高医院设备维护人员的技术水平是有效的解决途径。

技术资料 and 文档对于设备的维护与维修尤为重要，但由于种种原因使医院设备维护工程技术人员获得的设备技术资料非常有限，严重阻碍了医技人员技术的发挥。对于一些原本可以胜任的非固件故障，由于缺乏维护维修技术资料，医技人员也难以进行诊断或维修，可能造成设备停机，给患者带来安全隐患。

技术资料的有效分享是提高医技人员维护维修水平的关键之一，现代信息技术则提供了信息的高效分享。诸如百度文库、豆丁网等文档分享平台、优酷、YouTube 等视频分享平台都已有成功应用。部分厂商自身技术水平有限，不足以提供这样的在线技术支持，因此开发一个通用的技术支持平台非常有必要。

本文结合科技部、卫生部联合实施的“创新医疗器械产品应用示范工程（简称‘十百千万工程’）”，提出一种基于 Web 的医疗设备技术支持系统。系统通过采用 Web 技术、在线文档技术、数据库等技术方法，实现了医疗设备使用维护维修等方面的文档、视频等技术资料的共享，用户与领域专家、用户之间的实时或离线交流等功能。

### 1 系统设计

技术支持系统以知识库的创建和使用为核心，实现了文档资料的上传、下载、搜索、浏览、编辑等功能，实现了常见问题库的自动创建与自主更新功能，此外，系统还使用了第三方搜索引擎，提高了搜索主题的检出率。系统还集成了 Web Chat，以使用户与领域专家或者其他用户进行在线交互；同时，系统还集成了 BBS，以方便用户进行离线交互。

#### 1.1 系统基本架构

系统采用 B/S 模式，分为三个层次，即客户层、服务器层，以及业务层。系统的总体架构如图 1 所示。客户层负责与服务器之间的数据交互，以及数据的显示。服务器层处理用户的业务需求，以及数据的存取。业务层负责具体的用户需求业务，包括用户的交互，文档的检索，用户的反馈等。

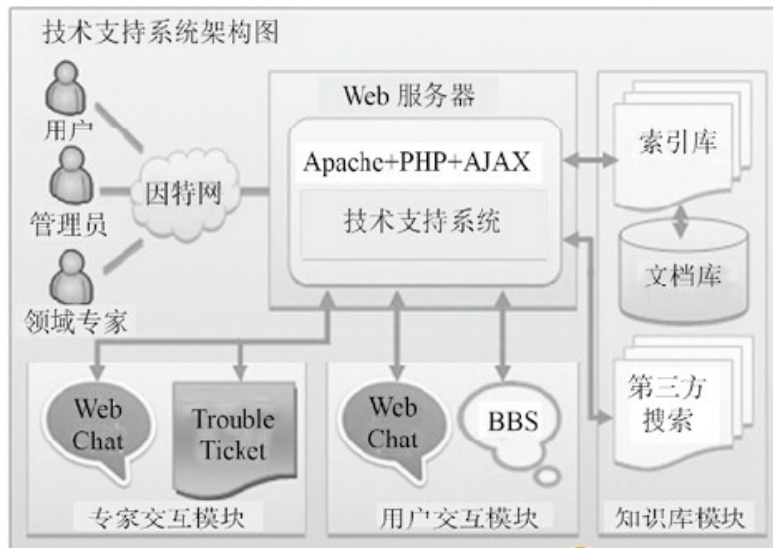


图1 技术支持系统架构图  
Fig.1 System architecture diagram

## 1.2 系统功能与关键技术

技术支持系统具有如下功能：（1）知识库服务，主要包括文档库的构建与维护，文档的检索与显示等；（2）交互式服务，主要包括 Web Chat 即时通信服务，离线故障提交与反馈处理，离线 BBS 交互等。

系统采取的关键技术包括文档分享平台技术、Web Chat 及 Ajax 技术、中文分词和搜索引擎技术，以及数据库技术。其中，文档分享综合应用了 Web 技术的交互性，鼓励用户参与文档的共享，从而共同创建文档库。Web Chat 是一种基于 B/S 架构的运行于 Web 浏览器的即时通信技术，这样的即时通讯工具基于 Ajax 技术开发，程序运行界面无刷新，无需下载任何客户端控件与插件，运行效率高。文档搜索则提高了用户搜索体验。此外，在文档的存储方式上，借鉴了搜索引擎的索引技术，以提高主题的检索效率和搜索的命中率。

系统开发采用流行的 Web 开发工具 php，后台数据库采用开源的 MySQL 数据库。由于其体积小、速度快、总体拥有成本低，并且开发源码，所以 MySQL 是中小型网站的开发中首选的数据库。

## 2 系统实现

## 2.1 技术支持的流程

当用户遇到维护维修难题时可以利用系统提供的多种技术支持手段，获得最佳的解决方案。用户可以查询系统知识库，以获得技术文档；可以异步发送故障说明，或者通过 BBS 发布故障信息；还可以与领域专家或者其他用户进行同步通信，该流程如图 2 所示。

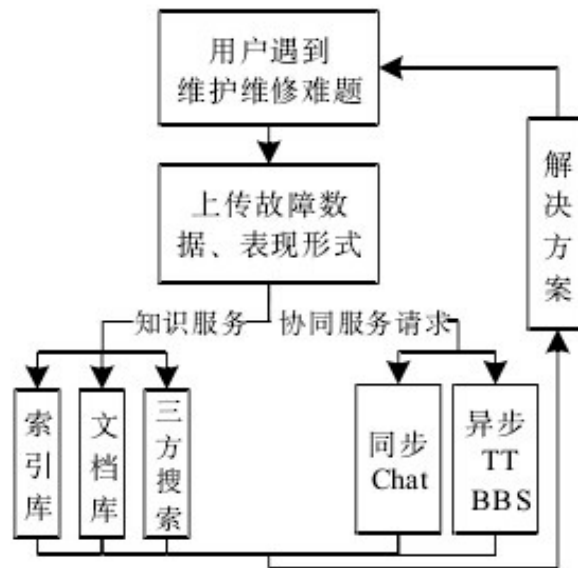
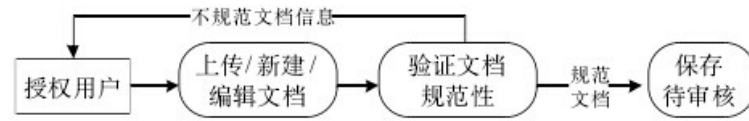


图2 技术支持流程  
Fig.2 The graph of support process

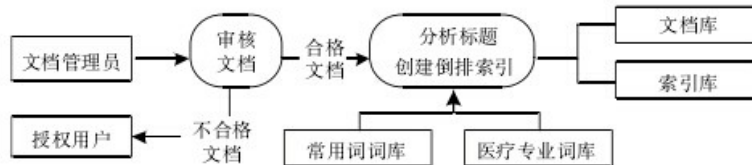
## 2.2 文档库构建

文档是由授权用户、管理员或者领域专家上传或者在线创建的技术资料，是知识库的核心。包括文本资料、图片资料、视频资料等多种媒体形式。文档库构建的流程如图 3 所示。



(a) 文档创建流程图

(a) Flow chart to create a new document



(b) 文档审核流程图

(b) Flow chart to review a document

图 3 文档库构建流程图

Fig.3 Flow chart to build the document library

## 2.3 文档检索系统的实现

### (1) 中文分词

为简便起见，系统采用基于匹配的分词方法，分词采用两个词典，即中文常用词词典和医疗设备专业词典。常用词词典采用了共享的百度分词词库，而医疗设备专业词典为根据现有医疗设备文档自建的词库。与搜索引擎的最大切分不同，为了提高文档搜索的准确度而非检出率，系统采用正向最大匹配方法和逆向最大匹配方法相结合的双向匹配法，从而最大限度地识别词组。

对于分词进行测试，如主题“阿是超声波治疗仪显示数据不稳定”，当标题中的专有名词录入词库前，分词结果“阿|是|超声波|治疗仪|显示|数据|不稳定”，登录专用名词后，分词结果为“阿是超声波治疗仪|显示|数据|不稳定”。本文对于系统内的 120 个文档的标题进行了分词测试，测试结果的准确率达到 91%，分词结果的准确性取决于词典的词汇量。

### (2) 索引库构建

索引库主要包含倒排索引表，倒排索引表则根据文档信息表创建。文档信息表存储文档的详细信息，如文档 ID、文档标题、文档内容、文档路径、文档格式等信息。对于在线创建的文档，信息表中保存了文档内容，文档路径为空；对于用户上传的文档，表中保存了文档存储的相对路径，文档内容为空。文档信息表存储方式如表 1 所示。

表1 文档信息表  
Tab.1 The table of documents information

DocID(文档编号)	Title(文档标题)	Content(内容)	Path(文档路径)
25	光子治疗仪的适用范围	适用于消炎、镇痛, 对体表...	空
26	光子治疗仪的操作说明	1、开机状态打开电源开关后, .....	空
27	光子治疗仪的光源不亮	空	doc/word/54333.doc
34	失眠治疗仪的适用范围	空	doc/pdf/65343.pdf
...	...	...	医疗网

为提高搜索命中率, 本文借鉴了搜索引擎技术, 创建了基于关键字的倒排索引表。倒排索引是一种索引方法, 索引表被用来存储某个单词所在的文档的编号, 在检索时, 通过文档编号可以快速确定目标文档, 因为是通过文档包含的词语确定文档, 所以称为倒排索引。

倒排列表为一个二元结构, 第一个分量为词语所在文档的编号, 该编号为文档的唯一标识, 可以根据该编号唯一确定一个文档, 其类型为整数类型, 为数据库系统自动增加; 第二个分量为词语在该文档中的权重, 权重的取值范围从 0 到 1。为简化计算过程, 医疗设备专有名词占最大比重为 0.5, 其他词语占 0.5, 词语的权重根据词语数量取平均值, 当只有一个词语时, 其权重为 1, 禁用词(助词)权重为 0。以“适用”一词为例, 该词出现在文档 25 和文档 34 中, 所以倒排列表中对应项为(25,..), (34,..)。“光子治疗仪的适用范围”有三个关键词, “光子治疗仪”、“适用”、“范围”, 其中“光子治疗仪”为专业词汇, 在本系统定义的规则下, 其权重为 0.5, 其余两词的权重均为 0.25, 所以就得到了对应的倒排列表项(25; 0.25)和(34; 0.25)。根据表 1 的文档信息, 创建如表 2 所示的倒排索引。

表2 倒排索引表  
Tab.2 The inverted index table

词语ID	词语	倒排列表(DocID;Weight)
1	光子治疗仪	(25;0.5), (26;0.5), (27;0.5)
2	适用	(25;0.25), (34;0.25)
3	范围	(25;0.25), (34;0.25)
4	操作	(26; 0.25), (35; 0.25)
5	说明	(26;0.25)
..	..	医疗网

### (3) 主题检索与内容显示

为提高文档检索的查准率，查询与文档的相关性计算采用向量模型。简单来说，向量模型即将文档与查询都表示为向量，向量的分量即索引项的权重。检索时，计算两个向量之间的相似度，结果显示根据相似度进行排序。

此外，用户还可以点击第三方搜索按钮，使用第三方搜索引擎进行搜索。在该系统中，采用 Google 公司提供的 Google SOAP Search API 作为扩展搜索。结果页面结构采用传统 Windows 的帮助文档显示方式，界面简洁、易用。显示效果截图如图 4 所示。显示页采用了 Ajax 技术，在客户端和服务器之间实现异步通信。由于 Ajax 为局部刷新，所以这种显示效果提升了用户体验。



图 4 查询结果显示示例（失眠治疗仪连接）  
Fig.4 The query results of the sample 医疗网

## 2.4 用户交互服务

在该系统中，用户可以通过三种方式与领域专家或者其他用户交互，即实时通信、离线 Trouble Ticket 递交与处理，以及 BBS。系统集成了开源的即时通讯工具 Candy，该软件提供良好的文档和完整的 API。通过 Candy，用户可以与领域专家或者其他用户进行文字、语音、图片等多种方式的交互。该软件支持群聊等多种功能，作为技术支持系统的重要部分，提供了实时的技术支持能力。

当用户遇到问题时，对于一些实时性需求不高的问题，用户根据自己的诊断，填写 TT (Trouble Ticket)，系统根据设备类型自动将 TT 发送给领域专家。专家接收到 TT 后，会给出问题的解决方案。此外，系统还集成了开源的 Discuz 以方便用户进行交互。

### 3 总结

本文首先分析了医疗设备维护维修的现状和问题，提出了在线技术支持系统的解决方案，构建了一个技术支持平台，该平台作为“十百千万工程”医疗示范产品管理系统的子系统，已经通过多种测试，目前正在推广和试运行。在试运行过程中，也发现有以下几方面有待完善：

首先，搜索与建立索引所需要的词典还有待完善，搜索结果的排序需要进一步设计。由于中文没有开源的通用词库，因此目前使用的词库需要扩充，而自建的医疗器械专业词典只是人工操作，后期的开发将实现基于统计的专业词典构建。搜索结果排序是专业搜索引擎的核心，排序结果的理想与否决定了搜索引擎能否成功，随着知识库文档数量的增加，还需要进一步完善系统的搜索结果排序。其次，如何让更多用户参与到知识库的共建共享中来，是今后在奖励与积分规则设计中着重考虑的问题。另外，开发支持移动通信设备的系统，也将满足手机或者其他移动设备用户的需求。

**作者：赵金海 侯文生 陈海燕 唐伟 王义辉**