

医院网环境数据中心机房网络设计

陈武鑫

(中国人民解放军第一七四医院 信息中心, 福建 厦门 361003)

摘要: 为了确保医院环境下数据中心机房网络的安全、稳定的运行, 需要对数据中心机房网络进行优化设计; 采用当前方法进行数据中心机房网络设计时, 未考虑到数据中心机房网络路径传输能耗、路径传输距离等影响, 会造成网络寿命减少, 影响数据中心机房网络的生存时间; 为此, 提出一种基于数据传输速度优化的医院网环境数据中心机房网络设计方法; 该方法对数据中心机房网络供电系统、机房监控系统和 VPN 虚拟系统等三大子系统进行设计优化, 在医疗数据传输过程中, 考虑医院网络节点能量优化理论对数据节点进行分簇, 以需要传输的医疗数据节点为初始节点, 汇聚节点作为医疗数据接收目标节点, 采用蚁群优化方法对数据中心机房网络进行多路径搜索, 搜索过程中考虑了数据中心机房网络路径传输能耗、路径传输距离以及医院网带宽等因素, 最终选择满足多种条件的数据中心机房网络数据传输最优路径, 完成医院网环境数据中心机房网络设计; 实验结果表明, 所提方法设计的医院网环境下数据中心机房网络具有耗能低、扩展灵活、周期短等优点。

关键词: 医院网环境; 数据中心; 中心机房网络

Design of Hospital Network Environment Data Center Computer Room Network

Chen Wuxin

(The 174th Hospital of PLA, Information Center, Xiamen 361003, China)

Abstract: In order to ensure the safe and stable operation of the data center network in the hospital environment, it is necessary to optimize the design of the data center network. The current method is used to design the data center of the data center, which does not take into account the influence of the energy consumption and path transmission distance of the data center network, which will cause the network life to decrease and affect the survival time of the data center network. In this paper, a network design method of hospital network environment data center based on data transmission speed optimization is proposed. This method is used to optimize the three subsystems of the power supply system, the room monitoring system and the VPN virtual system of the data center. In the process of medical data transmission, the data node of the hospital network node is considered to be clustered to The data node needs to be transmitted as the initial node and the convergence node as the medical data receiving target node. The ant colony optimization method is used to search the data center network of the data center. The search process takes into account the energy consumption, Distance and hospital network bandwidth and other factors, the final choice to meet a variety of conditions of the data center room network data transmission optimal path to complete the hospital network environment data center room network design. The experimental results show that the network of the data center in the hospital network environment has the advantages of low energy consumption, flexible expansion and short cycle.

Keywords: hospital network environment; data center; central computer room network

0 引言

近年来, 随着医院网络信息化建设的不断推进, 医院网环境系统的稳态运行和医疗数据资源的有效利用、存储对目前国内医院发展具有重要作用, 因此, 作为医疗数据存储中心的医院网环境数据中心机房网络设计显得非常重要^[1-2]。为使目前数据中心机房网络设备、服务器设备安全稳定的运行, 要求这些数据中心机房设备具有良好的运行环境^[3]。而现有的医院网络数据中心机房网络系统已难以适应医院信息化管理发展的需求, 在这种情况下, 如何有效改善数据中心机房网络结构与性能, 利用数据中心机房网络系统更好地为医院医疗、科研教学提供服务, 已成为该领域目前亟待解决的首要问题, 受到了广泛的关注^[4-5]。

现行的医院网环境数据中心机房网络设计方法有: 文献[6]提出一种基于 GSM 的数据中心机房网络设计方法, 对数

据中心机房网络进行了设计。统一监控数据中心机房环境和数据中心机房动力设备, 结合数据中心机房相关测试理论将 H3C S6506 交换机作为数据中心机房网络汇聚层, 启用 STP 实现对中心机房的控制。中心机房将使用原有的 H3CS1526 交换机作为网络接入层, 并开启 VLAN 功能, 将中心机房全部数据划分至不同的

VLAN 中。该技术减少数据中心机房维护人员的负担, 保障了医院网数据中心机房的安全可靠运行, 但建设周期较长。文献 [7] 提出一种基于 ICP 的数据中心机房网络设计方法, 该方法在数据中心机房中采取双机主从式备份, 将机房主机的 UPS1 输出端口与另一主机的 UPS2 的旁路相连, 即可实现数据中心机房网络资源分配, 同时利用 DRS 进行数据中心机房资源调度, 依照数据中心机房负载情况调整, 提升医疗数据利用率, 提高网络服务速度, 但随着数据中心机房自身的耗能量不断提高, 散热量也随之增大。文献 [8] 提出一种基于 Java SNMP4J 的数据中心机房网络设计方法, 对数据中心机房网络进行管控, 通过轮询的方式, 对数据中心机房网络进行查询, 并与已授权接入中心机房的 MAC 进行核对, 发现非授权接入情况; 该方案可以显著地提高数据中心机房中服务器等核

收稿日期: 2017-03-13; 修回日期: 2017-03-24。

作者简介: 陈武鑫(1979-), 男, 福建亳州人, 工程师, 主要从事数据挖掘方向的研究。

心区域网络安全管控能力，但数据中心机房网络环境较为不安全。

针对上述问题，提出一种基于数据传输速度优化的医院网环境数据中心机房网络设计方法。实验仿真证明，所提方法设计的医院网环境下数据中心机房网络具有耗能低、扩展灵活、周期短等优点。

1 医院网环境数据中心机房网络设计方法

1.1 医院网环境下数据中心机房网络总体设计

医院网环境下数据中心机房网络总体规划就是依据标准化的流程、规模化的运作，优质、快速规划机房工程建设方案。数据中心机房总体建设方案由供电系统、机房监控系统和 VPN 虚拟系统等三大部分组成，由对供电系统的提升达到稳定的供电要求。机房监控系统可以做到“三防范”以及“双保险”确保医院数据中心系统网络的正常运行。VPN 虚拟系统连接中心系统网络和各个节点的连接系统。医院网环境数据中心机房网络中体设计如图 1 所示。

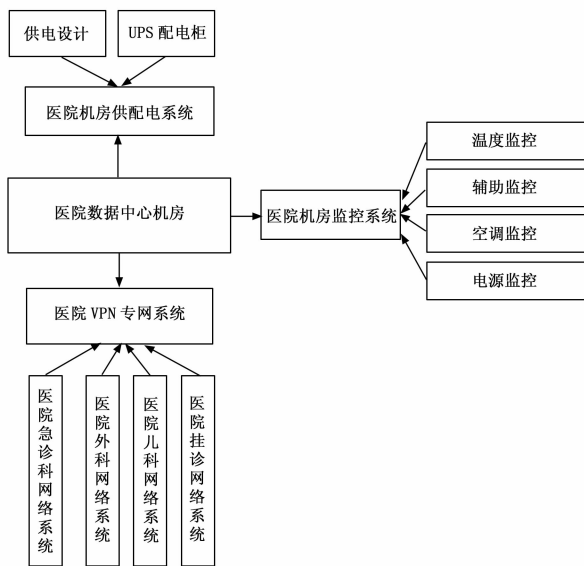


图 1 医院数据中心网络总体设计

由图 1 可知，医院选用了 UPS 配电箱，UPS 配电箱主要负者计算机设备、应急设备等供电口，UPS 采用放射式配电方式。监控系统采用分散监控，集中管理的模式。VPN 系统不仅连接各个分支，且对数据进行压缩处理，使提取数据速度提高。

本文设计方法通过 VPN 虚拟系统对医院社区网络进行推展型分析，利用 VPN 系统连接各个服务器，达到所有数据的共享。

1.2 医院网环境下数据中心机房的专网系统

医院中心机房的供电系统采用 UPS 供电系统，UPS 配电系统中不但要解中心机房计算机等微电子设备的用电问题，而且要解决其他用电设备的用电问题。医院网环境下数据中心机房配电系统设计具体如下：

(1) 医院数据中心机房内插座分为二种：医院中心机房中不间断供电 UPS 配电箱的中心机房主机和重要微电子设备专属插座；市电直接供电的辅助设备使用标准插座。

(2) UPS 电配电箱，主要包括中心机房网络主机设备、

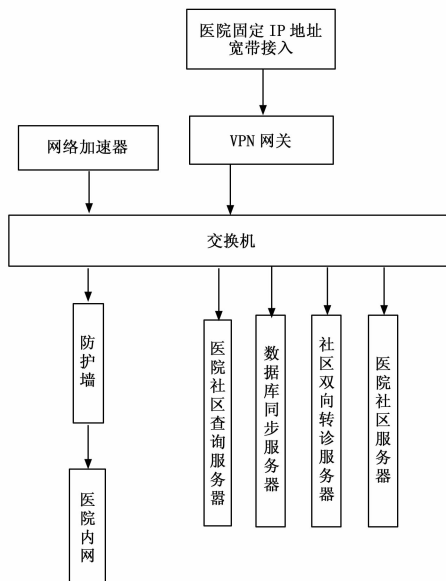


图 2 医院社区 VPN 网络拓展规划图

应急照明等配电，应分开设计回路，每个回路都要有单独的电源开关。

(3) 机房设专用 UPS 配电箱，配电方式采用放射式。

(4) 医院数据中心机房内每个机柜位置要有 2 个 UPS 供电专用座，由 UPS 通过配电箱为每个机柜组提供一个 UPS 回路。回路中使用 ZR-BV-3×4 mm 2 阻燃电线，采用 25A 空开控制。所有插座要安装于地板下并且要做垫高处理。

医院中心机房网络监控系统是机房运行的“守护神”。以确保达到“三防范”及“双保险”。数据中心机房使用数字硬盘录像系统，对医院网环境数据中心机房网络 24 小时全天监控。结构上使用 B/S 结构框架，使用分散监控，集中管理的模式。由数据中心机房控制平台同一对各个软件系统进行控制。

医院每个分支都需要与中心机房数据连接，因此需要构建 VPN 专网系统，主要链接点设置该数据中心机房。所有的分支都要建立 VPN 系统隧道，支持网状结构，数据中心机房即可访问所有分支网络。在医院数据中心机房建立一台广域网优化设备，建立连接分支的广域网优化设备，实现 VPI 的组网加速，同一时间优化 VPN 里的各个应用系统的访问，提升数据中心机房读取数据的速度，通过管理平台达到对数据中心机房的管理，减轻中心机房管理人员的维护压力。经过 VPN 系统对数据的压缩、沉积数据的消减、传输速度的优化，减少数据在中心机房的传送量，加快传送速度，减少网络宽带的消耗，降低中心机房数据同步时的宽带压力，保证中心机房数据同步时网络速度。

1.3 医院网环境下中心机房网络设计

考虑减短医院网各个分支节点提取数据的时间，提出了簇点算法，首先选用一条主线为网络数据主要输送线路，在选用一条线路为备用输送线路，并在后台进行数据整理。因要实现数据提取速度快且稳定，数据传输的主线路能量要足够大。为了剩余能量被选为备用线路概率增大，对 $T(i)$ 作如下改进：

$$T(i) = \begin{cases} (E_i^r / E_{ave}^r) \cdot p, i \in N \\ 0, \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

其中： E_i^r 是 s_i 主干路的剩余能量， E_{ave}^r 为医院网数据中心机房网络的剩余能量， p 为主要线路能量占全部能量百分比的期望值。

医院数据中心机房网络分支节点的个数对网络的速度存在影响，为了减少能耗，需要在选择分支节点，阶段确定理想分支节点个数，同时确定分支节点的数据流量。结合先验知识提取理想分支节点数目：

$$k_{opt} = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\frac{\xi_{fs}}{\xi_{mp}}} \frac{M}{d_{to\ sink}^2} \quad (2)$$

在 VPN 中采用式 (3) 计算候备选线路数据流量：

$$s_i \cdot R = \left(1 - c \frac{d_{max} - d(s_i, \text{sink})}{d_{max} - d_{min}}\right) R_c^0 \quad (3)$$

其中： $d(s_i, \text{sink})$ 是分支节点 i 到数据中心机房网络节点的距离， d_{min} 和 d_{max} 分别是在 VPN 网络中分支节点到数据中心机房网络节点的最小和最大距离， c 为数据竞争系数， R_c^0 是备选线路流量的最大取值。但实际应用过程中并没有指出 R_c^0 具体如何取值或者取值的方法。因此对公式 (3) 进行改进：

$$s_i \cdot R_c = \frac{1}{2} \left(1 - c \frac{d_{max} - d(s_i, \text{sink})}{d_{max} - d_{min}}\right) R_c^0 \quad (4)$$

其中： R_c^0 取备选线路流量的最大值。计算出所有分支节点的数据流量在 $R_c^0/3 \sim R_c^0/2$ ，相邻的分支节点之间的距离为 $2R_c^0/3 \sim R_c^0$ ，医院网络环境下数据中心机房网络分支节点之间数据传输可采用跳传输模式，由此节约网络传输能耗。

设在 R_c^0 备选线路内数据中心机房网络所有分支节点 $\{s_i\}$ 的个数为 m ，按公式 (5) 求得剩余数据能量与到数据中心机房网络节点比值最大的分支节点作为 s_i 的主要分支节点， E_j^r 为该分支节点剩余数据能量， $d(s_j, \text{sink})$ 为 s_j 节点到数据中心机房网络节点的距离。

$$\max \frac{E_j^r}{d(s_j, \text{sink})}; j \in [1, m] \quad (5)$$

每个线路的任务是找一条连接数据中心机房网络节点到目的分支节点的路径，在数据中心机房网络节点中选择只能从 allowed 中以某种概率搜索，利用公式 (6) 计算概率 $P_{i,j}^k$ ：

$$P_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta [\psi_{ij}(t)]^\beta}{\sum_k [\tau_{ik}(t)]^\alpha [\eta_{ik}(t)]^\beta [\psi_{ik}(t)]^\beta}, j \in allowed \\ 0 \text{ 其他} \end{cases} \quad (6)$$

其中： τ_{ij} 表示 s_i, s_j 在 t 时刻的数据中心机房网络数据信息素浓度。 η_{ij} 表示 s_i, s_j 间数据中心机房网络传送信息，定义为 s_i, s_j 间的链路带宽 $bandwidth_{ij}$ 与 s_i, s_j 间链接延时 $delay_{ij}$ 的比值：

$$\eta_{ij}(t) = \frac{bandwidth_{ij}}{delay_{ij}} \quad (7)$$

式中， $\psi_{ij}(t)$ 表示可用数据流量，定义为 s_i 节点剩余数据流量 $E_{remain}^i(t)$ 占 s_i 分支节点发送数据到 s_j 分支节点所需要消耗的流量 $E_{cost}^i(t)$ 的百分比与 s_i, s_j 间距离和 s_j 到目的分支节点间的距离之和的比值，即为：

$$\psi_{ij}(t) = \frac{E_{remain}^i(t)/E_{cost}^i(t)}{\alpha d(i, j) + \beta d(s_j, \text{Sink})} \quad (8)$$

式中， $\alpha, \beta, \gamma, \varphi$ 分别代表了医院网环境数据中心机房网络数据各个因子的主要系数。在实际数据中心机房网络数据传输路径搜索过程中，依据实际数据中心机房网络数据传输能耗模型计算出医疗数据接收能耗以及至下一跳数据传输能耗总和，采

用蚁群算法更新蚂蚁携带的信息包中的总能耗能量，通过多次迭代搜索直至找出满足数据中心机房网络数据传输目标函数的最优路径。

2 实验结果与分析

为了验证本文提出的基于数据传输速度优化的医院网环境数据中心机房网络设计方法的有效性，实验数据取自于南宁市某医院网数据中心机房系统数据库，机房网络支持平台为 WindowsXP，对不同医院网环境进行仿真实验分析，网络负载为 TCP 负载，各个网络数据包最大包含 2 501 字节。

为了验证本文所提设计方法在医院网环境中 VPN 系统对数据的压缩、沉积数据的消减、传输速度的优化性能，依据表 1 给出的 4K 医疗数据包的吞吐量为基准，推测出 128 字节和 256 字节医疗数据包同步传输的吞吐量 (Mbps)，推测结果用表 1 进行表示。

表 1 不同数据中心机房网络设计方法的性能

方法	网络传输数据块大小(字节)				
	128	256	1K	4K	32K
本文方法	489	258	489	489	512
文献[8]方法	401	201	401	423	459
文献[9]方法	387	185	387	185	245

分析表 1 可知，本文所提设计方法利用 VPN 虚拟系统建立医疗数据传输隧道，支持网状结构，数据中心机房网络可访问所有分支，可在同一时间优化 VPN 里的各个应用系统的访问，提升数据中心机房读取数据的速度，提高医院网环境数据中心机房网络吞吐量。根据公式 (9) 和表 1 可以求出 4 KB 数据包在不同医院网类型下，使用不同设计方法获得的网络系统加速比 (%)。计算结果分别如表 2 所示。

$$S = T_{IP} / (T_E + T_H + T_{VPN}) \quad (9)$$

式中， T_{IP} 和 T_{VPN} 分别代表原始医院网环境数据中心机房网络数据包经过封装处理后的传输和接收时间， T_E 和 T_H 分别代表数据中心机房网络原始数据包在发送方的计算时间和资源存储量。

表 2 不同方法对应的网络系统加速比

网络类型	方法		
	本文方法	文献[8]方法	文献[9]方法
56kbps	0.685	0.684	0.685
1.54Mbps	0.574	0.628	0.635
10Mbps	0.512	0.587	0.598
100Mbps	0.424	0.458	0.514
1GMbps	0.523	0.254	0.325

分析表 2 知，随着网络带宽的不断增加，文献 [8] 和文献 [9] 方法对整体网络系统的加速比影响很接近，而当数据中心机房网络数据包达到一定大小时，对于较小的网络类型，网络系统加速比性能明显下降，而本文所提设计方法能够保持较好的网络加速比，对提升医院网环境数据中心机房网络性能效果明显。

为了便于比较，选取文献 [8] 方法和文献 [9] 方法分别描述在各种长度医疗数据包在不同医院网络环境下，利用不同方法的 VPN 性能曲线如图 3 所示。

分析图 3 以及表 1 和表 2 结果可得，当医院网环境数据中

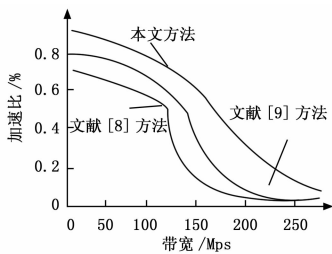


图 3 不同方法 VPN 性能对比

心机房网络数据包大小一定时，对于较小的网络类型，VPN 的性能较高，随着医院网环境数据中心机房网络带宽的不断提高，对应的 VPN 性能逐渐下降，由于在医院网环境实施 VPN 子系统模块时，通过对数据中心机房网络数据的压缩、沉积数据的消减、传输速度的优化，减少数据在中心机房的传送量，减少网络宽带的消耗，降低中心机房数据同步时的宽带压力，并在数据传输过程中利用蚁群优化算法对数据中心机房网络数据进行多路径搜索，充分考虑了医院网数据中心机房网络路径传输能耗、传输距离以及所选路径带宽等因素，从而有效保证了网络性能。

3 结束语

针对当前数据中心机房网络设计方法存在的问题，提出一种基于数据传输速度优化的医院网环境数据中心机房网络设计

(上接第 246 页)

5 试验结果与分析

针对机载多路 DVI 视频信号转换器进行实验室联试及装机试验，试验测试原理图如图 9 所示。

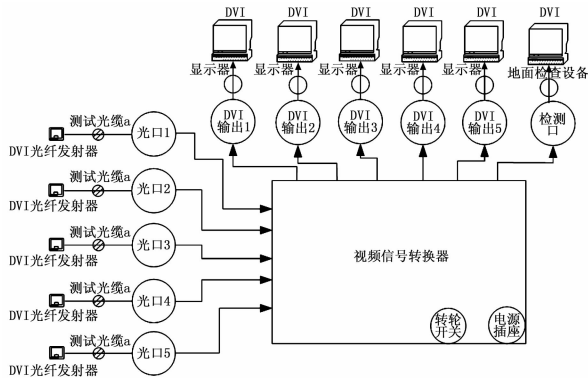


图 9 转换器测试原理图

输入 5 路 DVI 视频光信号，分辨率为 1280 × 1024 @ 60Hz，连接显示器分别对 5 路输出 DVI 视频电信号进行测试，通过面板开关进行五选一的视频画面切换检查，同时对输出的五路视频画面进行记录后数据分析。结果显示，输出的视频图像质量与输入保持一致，分辨率及帧频没有改变，视频信号经转换后满足无偏色、抖动和拖尾现象，当输入视频信号异常中断后又恢复正常，设备能够立即自动扫描、捕获、锁定信号，并重新输出视频信号，转换器系统及功能满足设计需求。

6 结束语

本文提出了一种机载多路 DVI 视频信号转换器的设计方

方法。实验仿真证明，所提方法能够有效提升医院网环境数据中心机房网络吞吐量，医疗数据传输速率较快。

参考文献:

- [1] 毋向辉, 许桂敏. 数据中心机房电气系统设计 [J]. 现代建筑电气, 2014, 5 (4): 55-58.
- [2] 辛建华. 数据中心机房整体节能及设计评估模型 [J]. 广东通信技术, 2015, 35 (4): 15-18.
- [3] 程思民. 实体与虚拟化相结合的新院数据中心机房建设 [J]. 医学信息, 2015, 28 (51): 1-2.
- [4] 高飞鹏, 黄加阳, 陈新霞. 基于航后 QAR 数据译码的 APU 故障诊断技术 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24 (1): 42-45.
- [5] 蔡 琴. VMware 服务器虚拟架构解决数据安全问题 [J]. 信息安全与技术, 2014, 5 (3): 57-59.
- [6] 郭 辰. 金融业数据中心机房综合布线设计 [J]. 信息安全与技术, 2014, 5 (4): 91-93.
- [7] 邱奕侃. 数据中心供电系统设计 [J]. 现代建筑电气, 2015, 6 (10): 6-10.
- [8] 周成虎, 李 娜. 期货交易所数据中心可靠性研究与设计 [J]. 河南工程学院学报 (自然科学版), 2014, 26 (3): 48-51.
- [9] 赵良向. 浅谈局域网网络核心机房的设计与建设 [J]. 化工设计通讯, 2016, 42 (1): 70-71.
- [10] 战 非. 高校云数据中心基于蚁群算法的资源调度研究 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (16): 18-21.

案，详细阐述了转换器的硬件及配套软件设计，针对数据速率高、实时性强的多路高速总线视频信号，完成了多路 DVI 视频总线信号的采集记录及实时检测，满足视频信号千兆网络架构的应用，该套视频转换器系统的设计也为其他网络化应用设计提供了参考价值，该套机载多路 DVI 视频信号转换器已成功应用于飞行试验过程中，解决了多路高速总线视频信号的检测难题。

参考文献:

- [1] 李 云, 张盛兵. 基于 FPGA 的视频信号发生卡的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (8): 1057-1059.
- [2] 邸 兴, 张 杰. 基于 FPGA 的 DVI 视频信号发生器设计 [J]. 现代电子技术, 2015, 38 (2): 69-72
- [3] 孙军文, 肖金明, 王中训, 等. 基于 FPGA 的实时视频信号处理平台的设计 [J]. 电子设计工程, 2012, 20 (14): 163-165
- [4] 林国平. 新型 DVI 数字视频接口电路的研究 [J]. 电子设计工程, 2011, 19 (12): 163-165.
- [5] 严胜刚, 王培培. 基于 FPGA 的数字视频接口转换器设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (2): 464-466.
- [6] 祁 刚. 视频信号转换与光纤传输技术研究 [J]. 信息通道, 2014, 144 (12): 163.
- [7] 董 青, 朱洪翔, 祁晓鹏. 基于 FPGA 视频合成系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24 (4): 247-249.
- [8] 高 凡. 基于 BCM5421S 的千兆以太网光纤转换器设计 [J]. 制造业自动化, 2013, 35 (1): 153-156
- [9] 袁建飞, 曾庆军. 基于 ARM 的智能光纤收发器的设计与实现 [J]. 光通信研究, 2011 (2): 28-31
- [10] 王怀群. 一种 10 M/100 M 自适应以太网光纤收发器的实现 [J]. 煤炭工程, 2013 (5): 126-128