**摘要:** 2010年6月，我们公司为满足现代网络多媒体教学的需要，决定自主开发《网络教学录播系统》，我作为公司的技术骨干，有幸参与了该项目，主要负责系统的分析和设计工作。该系统主要是通过校园网络对教师授课现场进行直播，并将直播内容记录成ASF格式的文件，供学生点播。软件工程实践表明，维护工作量占软件开发的大部分工作。本系统今后也必然会面临一些维护工作，例如，增加生成点播、演示光盘制作等新功能；系统业务功能不变，为OEM用户定做新界面；更换不同型号或品牌的音视频采集卡；技术支持人员为用户解决售后问题等。因此，进行本系统设计时，为了提高系统的可维护性，我们采用了一些方法和措施，例如，设计合理的系统体系结构；业务逻辑与界面分离；用日志记录系统的运行情况；用配置文件降低软件对硬件设备依赖。目前，该系统已经成功面市，受到用户和售后支持人员的好评，但也存发现一些不足之处，例如，对老的音视频采集卡支持不太理想。

 随着现代教育技术改革的深化，流媒体技术也越来越多的应用于教学领域。正是在这样的背景下，我们决定开发《网络教学录播系统》，其主要功能是通过校园网络直播教师授课实况，并将实况媒体流记录成ASF格式媒体文件供学生课后点播用。它主要功能有音视频采集、音视频编解码、音视频回放、记录文件、索引文件、剪辑合并文件、点播、直播等。 采集功能：从采集卡获取音视频数据。 音视频编解码：采用WMV/WMA编解码算法进行音视频的编解码。 音视频回放：播放本地文件或网络媒体流。 记录文件：将网络媒体流记录成ASF格式的音视频文件。 索引文件：对记录生成的ASF文件进行索引。 剪辑合并文件：剪辑ASF格式的文件；将两个ASF格式的文件合并成一个文件。 直播点播：用户通过网络播放ASF文件或网络媒体流。   
在上述系统的开发过程中，我负责系统的分析和设计工作。软件工程的实践表明，软件维护工作占整个系统开发工作的大部分。本系统也不例外，也将会面临一些维护工作，主要有增加生成点播、演示光盘制作等功能；为OEM用户定制新界面，但业务功能不变化；更换不同型号音视频采集卡；技术支持人员为用户解决售后问题等。为了使系统具有良好的可维护性，我们在设计本系统时，采取了一些方法和措施来提高系统的可维护性：   
一、设计合理的体系结构，便于将来系统增加生成点播、演示光盘制作等新功能。在设计本系统的体系结构时，我们将系统划分成五个子系统，分别为编码器子系统、媒体服务器子系统、终端播放子系统、媒体文件编辑子系统、Web应用子系统系统。 编码器子系统负责对现场进行采集、编码，并通过HTTP协议发送给媒体服务器子系统进行再发布；播放终端子系统播放本地媒体文件或者应用HTTP、RTP/RTCP、RTSP等网络协议，播放来自媒体服务器子系统的网络媒体流；Web应用子系统为用户提供基于Web的可视化操作界面，便于进行点播和直播操作；媒体文件编辑子系统只是对记录生成ASF文件做后期编辑，不与其它子系统进行直接交互。 在设计Web应用子系统时，我们采用B/S体系结构，使得用户无需安装专门的客户端软件即可使用点播、直播等功能，当本子系统升级时，只是需要在Web服务器上更新、升级，无需对每个客户端都进行更新、升级，减轻了系统升级的维护工作量。 这样进行系统的划分，子系统之间松散耦合、各个子系统内部高内聚，使系统将来添加新功能更容易。   
二、系统界面与业务功能相分离，减少为用户（例如，OEM）变更软件界面的工作量。将来我们经常会根据OEM用户的需求来定制新的用户界面，但业务功能不变。在设计本系统时，使系统界面与业务功能分离，它们之间通过消息或传递数据参数进行交互，系统界面只负责接收用户输入、显示业务功能层的运算结果，业务逻辑层负责具体的业务计算。这样，当用户（例如，OEM用户）对系统界面部分有修改需求时，只需要界面部分进行修改，无须对业务功能部分做改动。由于仅仅是对界面部分的修改，降低了软件修改、测试的难度；因为业务逻辑部分不作改动，所以无需对业务逻辑做专门的测试，而只要验证业务逻辑层与系统界面的配合，大大减少了测试的工作量和测试的难度。由此，可见软件界面与业务功能的分离，提高了系统的维护性。   
三、用日志记录系统运行的情况，便于技术支持人员为用户解决问题。日志是提高软件系统可维护性的很常用的方法，但是，很多时候系统日志是留于形式，并没有能够真正发挥其应有的作用。在本系统中，我们设计了两类日志，即系统运行日志和用户操作日志。系统运行日志主要记录用户系统运行的情况，包括系统启动过程、系统运行时执行的操作，以及退出系统过程。用户操作日志主要记录在系统运行期间，登陆用户对系统所做的操作，以及操作的结果等。我们设计以年、月、日等信息自动生成系统运行日志和用户操作日志的文件名称，例如：“Sys\_2006-1-24.log”、“User\_2006-1-24.log”，并以追加的方式分别记录每天系统运行的情况和用户所做的操作信息。系统日志具体记录的内容：操作时间（时：分：秒.毫秒）、操作的名称（具体到执行某个函数或方法）、操作执行结果、具体错误信息等。用户操作日志具体记录的内容：操作时间（时间：分：秒）、用户名称、用户的类型、用户执行操作的名称、操作结果等。 有了日志记录，技术支持人员可以通过分析系统运行日志找出用户问题的原因；系统管理员可以通过分析用户操作日志，每个用户执行操作的情况，便于系统管理人员对系统进行维护。   
四、用硬件配置文件来降低系统软件对音视频采集卡硬件的依赖，减轻更换卡时的维护工作量。目前，市面上有许多视频采集设备，如何是本系统软件能够支持多种硬件采集设备？在系统设计时，要重点考虑的问题。在设计编码器子系统时，我们设计了设备配置文件，来降低软件对硬件采集设备的依赖程度。该设备配置文件中，存放有采集设备的名称、设备的唯一标识（通常是设备GUID）、采集设备源的名称（至少有一个）。当用户要更换硬件采集设备时，只要修改采集配置文件中相应的配置项，无需对软件进行修改，系统就能够在新的硬件采集设备上运行，大大减轻了系统更换硬件设备的维护工作量，提高系统的可维护性。   
目前，该系统已经成功投入市场，用户和技术支持人员一致认为该系统容易维护。现在看来，在本系统的设计过程中，所采取的提高系统可维护性的方法和措施取得了良好的效果。例如，沈阳某用户来电，说编码器子系统无法正常直播，由于我们的技术支持人员不在现场，无法看到对方的实际运行情况，所以只能够通过查看对方发来的系统运行日志来分析问题的原因，发现是由于编码器子系统在连接媒体服务器子系统时，发生了超时失败。经询问用户媒体服务器的IP地址，发现编码器所使用的IP地址与媒体服务器实际IP地址不一致。  
但是，本系统也存在一些不足之处，例如，我们采用设备配置文件，来降低系统软件对硬件采集设备的依赖，这种方法对WDM驱动模式的采集设备，能够做到仅修改配置文件就能够是系统在新的硬件设备环境中正常工作，但是对于VFW驱动模式（比较早的采集设备驱动模式）的采集设备，我们不但需要修改配置文件，还要适当的修改程序代码，才能够使系统正常工作。