

说明书

一种智能医疗显示系统

交叉引用说明

本申请要求于 2023 年 5 月 12 日提交中国专利局、申请号为 202310536781.5，发明名称为“一种智能医疗显示系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明属于医疗器械技术领域，涉及一种医疗显示系统，具体涉及一种智能医疗显示系统。

背景技术

随着医学影像技术及信息技术的快速发展，市场上出现了越来越多的人工智能辅助诊断设备，它们大多是将医疗影像设备的视频信号直接输出到 AI 边缘计算设备中，然后在独立设备中进行图像分析并显示其结果。然而，现有的技术在图像处理速度、稳定性和多功能性方面存在一定的局限性。

具体地，现有技术中是采用独立的 AI 边缘计算设备对视频信号进行实时分析，并将分析后的图像输出到医用显示器，或是输出到一个独立显示屏上并与显示原画的显示器并排放置。这种方案虽然可以实现实时图像分析，但是仍然存在如下缺陷：

- 1、单一显示功能：现有的显示器只能显示原始视频信号或者 AI 边缘处理后的信号，无法实现多种显示模式的切换。
- 2、图像质量下降：AI 边缘计算设备处理过的图像可能导致原始图像质量下降。
- 3、系统稳定性和延迟问题：由于操作系统和 AI 处理的影响，系统可能出现不稳定和延迟问题，影响手术过程。

4、无法获得医生的第一关注度，导致提示信息遗漏或未被有效接收。同时无法实现多路算法处理后的多模态提示数据的同步叠加和实时选择切换。

因此，针对上述现有技术中存在的缺陷，需要研发一种新型的智能医疗显示系统。

发明内容

为了克服现有技术的缺陷，本发明提出一种智能医疗显示系统，其能提高图像质量和系统稳定性，降低图像处理延迟，提高手术过程中的实时性和准确性。

为了实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种智能医疗显示系统，其包括视频采集模块、AI边缘计算模块、标记层输出模块、视频叠加模块和显示模块，其特征在于，

所述视频采集模块用于接收来自医疗影像设备的视频输入信号并将其传输给所述AI边缘计算模块；

所述AI边缘计算模块用于对所述视频输入信号进行分析以获得病变目标检测报文、病变分割报文和语义场景检测报文并将它们推送至所述标记层输出模块；

所述标记层输出模块包括信息处理子模块和影像推送子模块，所述信息处理子模块用于对所述AI边缘计算模块推送的报文进行分组标记，以分成病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组；所述影像推送子模块用于根据所述信息处理子模块的分组标记结果，在背景图像上进行标记，以形成病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频，并将它们输出到所述视频叠加模块；

所述视频叠加模块用于对来自所述影像推送子模块的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模块的视频输入信号进行叠加并将叠加后的视频输出

到所述显示模块；

所述显示模块用于对叠加后的视频进行显示。

优选地，所述信息处理子模块包括第一缓冲区以及与所述第一缓冲区相连的病变目标检测缓冲区、病变分割缓冲区和语义场景检测缓冲区，所述第一缓冲区与所述AI边缘计算模块相连以接收和临时存储所述AI边缘计算模块推送的报文并对所述报文的报文头进行解析，依据所述报文头分别将所述病变目标检测报文临时存储至所述病变目标检测缓冲区、将所述病变分割报文临时存储至所述病变分割缓冲区、将所述语义场景检测报文临时存储至所述语义场景检测缓冲区，从而分成了病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组。

优选地，所述影像推送子模块包括纹理通道创建单元、纹理通道上下文创建单元、背景图像绘制单元、图形绘制单元和视频输出单元，

所述纹理通道创建单元用于创建病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道并将它们绑定到三个输出端口；

所述纹理通道上下文创建单元用于为所述三个输出端口分别创建病变目标检测纹理通道上下文、病变分割纹理通道上下文和语义场景检测纹理通道上下文；

所述背景图像绘制单元用于在所述病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道内分别绘制背景图像；

所述图形绘制单元基于所述病变目标检测报文组在所述病变目标检测纹理通道内的背景图像上绘制病变目标图形、基于所述病变分割报文组在所述病变分割纹理通道内的背景图像上绘制病变分割图形和基于所述语义场景检测报文组在所述语义场景检测纹理通道的背景图像上绘制语义场景图形；

所述视频输出单元用于将背景图像及在其上绘制的病变目标图形形成病变目标检测结果视频、背景图像及在其上绘制的病变分割图形形成病变分割结果视频、背景图像及在其上绘制的语义场景检测图

形形成语义场景检测结果视频并通过所述三个输出端口分别输出到所述视频叠加模块。

优选地，所述视频叠加模块包括四个输入端子和一个输出端子，所述四个输入端子分别用于接收来自所述视频输出单元的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模块的视频输入信号，所述输出端子用于将叠加后的视频输出到所述显示模块。

优选地，所述视频叠加模块通过以下步骤进行视频叠加：

1)、建立并初始化视频输入信号环形缓冲区、病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区，同时要设定每个所述环形缓冲区的容量；

2)、创建四个所述输入端子的输入通道的监听线程，使得当各个所述输入端子收到视频输入时，能够分别将帧数据写入对应的所述环形缓冲区，并且当所述环形缓冲区容量满时，使得在插入新的帧数据的同时弹出头部帧数据；

3)、创建错位输出，也就是，当所述视频输入信号环形缓冲区第一次达到预设存储长度时，将其第一帧数据不做任何处理直接输出，使所述视频输入信号环形缓冲区内的第一帧数据与其余三个所述环形缓冲区内的第一帧数据产生一帧时间上的错位；

4)、输出叠加合成后的AI画面。

优选地，所述步骤4)具体包括：

4.1)、利用所述错位输出所占用的所述视频输入信号的第一帧数据输出的时间，将所述病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区的头部第一帧数据进行图形叠加，得到合成后AI图形提示信号；

4.2)、将所述合成后AI图形提示信号与所述视频输入信号的帧数据进行叠加，最终得到所述叠加合成后的AI画面。

优选地，所述AI边缘计算模块包括病变目标检测子模块、病变分割子模块和语义场景检测子模块，所述病变目标检测子模块用于对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到病变检测对象目标，并将所述病变检测对象目标转换为报文，得到所述病变目标检测报文；所述病变分割子模块用于对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到病变分割对象目标，并将所述病变分割对象目标转换为报文，得到所述病变分割报文；所述语义场景检测子模块用于对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到语义场景检测结果，并将所述语义场景检测结果转换为报文，得到所述语义场景检测报文。

优选地，所述病变目标检测报文包括报文头与报文体，其中，报文头为DET，报文体为若干病变检测对象目标的坐标，多个坐标以“|”符号切分；所述病变分割报文包括报文头与报文体，报文头为SEG，报文体为若干病变分割对象目标的点坐标集合，多组点坐标集合以“|”符号切分；所述语义场景检测报文包括报文头与报文体，报文头为TXT，报文体为若干语义场景对应的提示文字，多组提示文字以“|”符号切分。

优选地，所述显示模块具有影像输入源切换按键且所述视频采集模块、AI边缘计算模块和视频叠加模块都与所述显示模块相连，所述影像输入源切换按键用于确定所述显示模块显示的是来自所述视频采集模块、来自所述AI边缘计算模块还是来自所述视频叠加模块的内容。

与现有技术相比，本发明的智能医疗显示系统具有如下有益技术效果中的一者或多者：

1、本发明提供了三种显示模式，使得其具备多功能效果，为医务人员提供了更多便利。

2、本发明通过AI提示信号，能支撑多模态诊断、分级诊断、病种诊断的影像组学联合应用、临床技术实践，帮助医生提高医疗手术

质量。

3、本发明通过视频叠加技术，实现了原视频输入信号与AI边缘计算模块输出的标记视频的叠加显示，提高了图像质量和系统稳定性。

4、本发明降低了图像处理延迟，提高了手术过程中的实时性和准确性。

附图说明

图1是本发明的智能医疗显示系统的构成示意图。

图2是本发明的标记层输出模块的构成及工作流程图。

图3是本发明的影像推送子模块的构成示意图。

图4是本发明的视频叠加模块进行视频叠加的流程图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明，实施例的内容不作为对本发明的保护范围的限制。

针对现有技术中医疗显示系统存在的不足，本发明提供一种智能医疗显示系统，其能提高图像质量和系统稳定性，降低图像处理延迟，提高手术过程中的实时性和准确性。

图1示出了本发明的智能医疗显示系统的构成示意图。如图1所示，本发明的智能医疗显示系统包括视频采集模块、AI边缘计算模块、标记层输出模块、视频叠加模块和显示模块。

其中，所述视频采集模块用于接收来自医疗影像设备的视频输入信号并将其传输给所述AI边缘计算模块。

具体地，所述视频采集模块可以接收来自各种医疗影像设备，例如内窥镜、超声、或腹腔镜等的视频输入信号。并且，所述视频采集模块可以将接收到的所述视频输入信号通过高速的PCIE接口传输给所述AI边缘计算模块。

所述AI边缘计算模块用于对所述视频输入信号进行分析以获得病变目标检测报文、病变分割报文和语义场景检测报文并将它们推送

至所述标记层输出模块。

具体地，所述AI边缘计算模块包括病变目标检测子模块、病变分割子模块和语义场景检测子模块。

其中，所述病变目标检测子模块可以基于yolov5、yolov7、faster-rcnn等目标检测算法构成而成。所述病变目标检测子模块的构建步骤为：

- 1、收集包含病变的医学图像，将医学图像进行矩形框标注，得到病变目标检测数据集。

- 2、搭建病变目标检测神经网络。

本发明中采用yolov5目标检测网络搭建病变目标检测神经网络，其包含3组跨阶段残差网络结构用于特征提取，1组特征金字塔缩放结构用于特征提取与多尺度特征图生成，1组特征金字塔聚合结构用于特征提取与多尺度特征图融合，1组目标检测头结构用于推理目标框定位置。

- 3、向所述病变目标检测神经网络输入所述病变目标检测数据集，经过反向传播训练，得到病变目标检测算法，即，所述病变目标检测子模块。

在使用时，用所述病变目标检测子模块对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到病变检测对象目标，并将所述病变检测对象目标转换为报文，得到所述病变目标检测报文。

所述病变目标检测报文包括报文头与报文体。其中，报文头为DET，报文体为若干病变检测对象目标的坐标，多个坐标以“|”符号切分。

在本发明中，由于检测目标是用矩形框进行标注的，因此，所述病变检测对象目标是一个矩形框，所述报文体是矩形框的左上顶点和右下顶点的坐标，两个顶点的坐标之间以“|”符号分开。

最后，所述病变目标检测子模块运用Socket技术将所述病变目标

检测报文推送至所述标记层输出模块。

所述病变分割子模块可以基于UNet、FCN、Deeplab等图像分割算法构建而成。所述病变分割子模块的构建步骤为：

- 1、收集包含病变的医学图像，将医学图像进行轮廓线标注，得到病变分割数据集。

- 2、搭建病变分割神经网络。

本发明采用UNet分割网络搭建病变分割神经网络，其包含一组编码器模块，由4组尺度递减的卷积块组成，用于特征提取，输出4组特征图；一组解码器结构，由4组尺度递增的卷积块组成，用于特征融合和重建分割结果。

- 3、向所述病变分割神经网络输入所述病变分割数据集，经过反向传播训练，得到病变分割算法，即，所述病变分割子模块。

在使用时，所述病变分割子模块对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到病变分割对象目标；并将所述病变分割对象目标转换为报文，得到所述病变分割报文。

所述病变分割报文包括报文头与报文体，报文头为SEG，报文体为若干病变分割对象目标的点坐标集合，多组点坐标集合以“|”符号切分。

在本发明中，由于病变分割是用多边形进行分割的，因此，所述病变分割对象目标是一个多边形，所述报文体是多边形的各个顶点的坐标，每个顶点的坐标之间以“|”符号分开。

最后，所述病变分割子模块运用Socket技术将所述病变分割报文推送至所述标记层输出模块。

所述语义场景检测子模块可以基于TSN、SlowFast、X3D等语义场景检测算法构建而成。所述语义场景检测子模块的构建步骤为：

- 1、收集医学视频片段，将医学视频片段进行标签化标注，得到语义场景数据集。所述标签化标注，在本实施例中，如内窥镜粪水片

段，对应标签为“请注意冲洗肠道”、如溃疡病变观察片段，对应标签为“请打开染色光观察，可在溃疡堤内侧取活检”等，需要知晓的是，上述仅为举例说明，包括但不限于上述片段与标签。

2、搭建语义场景检测神经网络。

本发明采用TSM语义场景检测网络搭建语义场景检测神经网络，其包含带有16组残差结构的卷积神经网络，用于接收输入的视频片段并逐帧进行特征提取，得到逐帧特征图；一组时空融合模块，用于将逐帧得到的特征图进行错位融合，即前1/3的逐帧特征图向后移动一帧，后1/3逐帧特征图向前移动一帧，将逐帧特征图产生错位效果，最终融合出时空特征图；一个全连接层模块，用于将融合后的时空特征图进行语义类别标签预测。

3、向所述语义场景检测神经网络输入所述语义场景数据集，经过反向传播训练，得到语义场景检测算法，即，所述语义场景检测子模块。

在使用时，所述语义场景检测子模块对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到语义场景检测结果；并将所述语义场景检测结果转换为报文，得到所述语义场景检测报文。

所述语义场景报文包括报文头与报文体，报文头为TXT，报文体为若干语义场景对应的提示文字，多组提示文字以“|”符号切分。

最后，所述语义场景检测子模块运用Socket技术将所述语义场景检测报文推送至所述标记层输出模块。

所述标记层输出模块包括信息处理子模块和影像推送子模块。

其中，所述信息处理子模块用于对所述AI边缘计算模块推送的报文进行分组标记，以分成病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组。所述影像推送子模块用于根据所述信息处理子模块的分组标记结果，在背景图像上进行标记，以形成病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频，并将它们输出

到所述视频叠加模块。

具体地，如图2所示，所述信息处理子模块包括第一缓冲区以及与所述第一缓冲区相连的病变目标检测缓冲区、病变分割缓冲区和语义场景检测缓冲区。

其中，所述第一缓冲区与所述AI边缘计算模块相连以接收和临时存储所述AI边缘计算模块推送的报文并对所述报文的报文头进行解析，依据所述报文头分别将所述病变目标检测报文临时存储至所述病变目标检测缓冲区、将所述病变分割报文临时存储至所述病变分割缓冲区、将所述语义场景检测报文临时存储至所述语义场景检测缓冲区，从而分成了病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组。

也就是，所述AI边缘计算模块推送的报文的报文头如果是DET，那么所述第一缓冲区判定该报文为病变目标检测报文，并将其存储到所述病变目标检测缓冲区；所述AI边缘计算模块推送的报文的报文头如果是SEG，那么所述第一缓冲区判定该报文为病变分割报文，并将其存储到所述病变分割缓冲区；所述AI边缘计算模块推送的报文的报文头如果是TXT，那么所述第一缓冲区判定该报文为语义场景检测报文，并将其存储到所述语义场景检测缓冲区。由此，所述病变目标检测缓冲区临时存储的是多个病变目标检测报文，即，病变目标检测报文组；所述病变分割缓冲区临时存储的是多个病变分割报文，即，病变分割报文组；所述语义场景检测缓冲区临时存储的是多个语义场景检测报文，即，语义场景检测报文组。因此，实现了对推送的报文的分组标记。

在本发明中，所述病变目标检测缓冲区、病变分割缓冲区和语义场景检测缓冲区的有效期设定为16.66ms。需要说明的是，16.66ms是依据所述影像推送子模块的访问频率而定的。在本发明中，所述影像推送子模块采用60帧/秒的访问频率，因此 $1000/60 \approx 16.66$ 。在实

际使用中，有效期不限定为此，可以根据所述影像推送子模块的访问频率不同而不同。

同时，在接收时，所述第一缓冲区可以通过Socket Client接收所述AI边缘计算模块推送的报文。

如图3所示，在本发明中，所述影像推送子模块包括纹理通道创建单元、纹理通道上下文创建单元、背景图像绘制单元、图形绘制单元和视频输出单元。

其中，所述纹理通道创建单元用于创建病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道并将它们绑定到三个输出端口。

在本发明中，所述纹理通道创建单元可以使用GLFW软件创建所述病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道。具体地，可以采用glfwGetMonitorPos函数来进行视频输出端口选取，该glfwGetMonitorPos函数支持传入视频传输的序号，例如将所述病变目标检测纹理通道绑定到1号输出端口，即传入getMonitors()[1]。以此类推，可以将所述病变分割纹理通道绑定到2号输出端口，将所述语义场景检测纹理通道绑定到3号输出端口。

所述纹理通道上下文创建单元用于为所述三个输出端口分别创建病变目标检测纹理通道上下文、病变分离纹理通道上下文和语义场景检测纹理通道上下文。

在本发明中，可以采用GLFW软件中的glfwMakeContextCurrent函数将三个输出端口分别绑定到OpenGL上下文，从而得到所述病变目标检测纹理通道上下文、病变分离纹理通道上下文和语义场景检测纹理通道上下文。

所述背景图像绘制单元用于在所述病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道内分别绘制背景图像。

在本发明中，由于每秒循环渲染60帧，在每一帧的帧缓冲区初始

化时,使用glClearColor 函数来设置清除值。这个函数接收四个参数,分别对应红色、绿色、蓝色和alpha(透明度)分量。本发明默认设置背景为白色,即传入参数为1.0、1.0、1.0、1.0。也就是,使用glClearColor 函数,并传入参数1.0、1.0、1.0、1.0,即可在每个纹理通道内绘制白色的背景图像。本发明采用白色背景图像,在进行视频叠加时,使得背景图像不会对原始视频输入信号造成影响。

所述图形绘制单元基于所述病变目标检测报文组在所述病变目标检测纹理通道内的背景图像上绘制病变目标图形、基于所述病变分割报文组在所述病变分割纹理通道内的背景图像上绘制病变分割图形和基于所述语义场景报文组在所述语义场景检测纹理通道的背景图像上绘制语义场景图形。

由于病变目标图形为矩形、病变分割图形为多边形,它们的绘制原理和方法是一样的,下面一起进行介绍。

首先,所述病变目标检测纹理通道从所述病变目标检测缓冲区中逐帧读取所述病变目标检测报文组,所述病变分割纹理通道从所述病变分割缓冲区中逐帧读取所述病变分割报文组,获取相应的报文组中的每个报文中的各个顶点的坐标,运用glBufferData函数,将顶点坐标转换为GPU可解释的顶点缓冲对象(Vertex Buffer Objects)。然后,调用glBindBuffer方法,将所述GPU可解释的顶点缓冲对象绑定到对应的病变目标检测纹理通道上下文或病变分割纹理通道上下文。最终,调用glDrawArrays方法完成图形绘制。该方法会从对应上下文中获取顶点数据,将对应图形绘制到当前纹理通道的背景图像上。

具体地,所述病变目标图形为矩形框,顶点坐标的格式为[(x0min,y0min),(x0max,y0max)],[(x1min,y1min),(x1max,y1max)]...[(xn'min,yn'min),(xn'max,yn'max)]。其中,每个“[]”代表一个图形对象,xmin与ymin代表每个图形的左上角坐标,xmax与ymax代表图形的右下角坐标。

所述病变分割图形为多边形，坐标顶点的格式为[(x0,y0) , (x1,y1) ,....., (xn,yn)],.....,[(x0,y0) , (x1,y1) ,....., (xn,yn)]。其中，每个“[]”代表一个图形对象，存储着图形中每个顶点的坐标。

由于语义场景图形是字符图形，因此，这里单独介绍如何在语义场景检测纹理通道绘制字符图形。其中，为了便于介绍，本发明将举例说明，假定语义场景检测缓冲区内的语义场景检测报文的报文体为“请注意冲洗肠道”，则相应的字符图形绘制的具体步骤为：

首先，逐个字符遍历，根据字符值，到字符纹理集合中匹配查找对应的纹理对象。

其次，计算字符位置，依据字符长度和位置，假定本发明显示文字的位置在1920*1080屏幕的居中置底，字体大小是14像素，示例文字是7个字，那么第一个字符的顶点位置坐标就是：(896, 1060),(910, 1060)。以此类推，假定字符间距是2像素，那么第二个字符的顶点位置坐标就是：(912, 1054),(926, 1054)，其余字符计算方案依据此计算。

然后，逐个输入每个字符的顶点坐标，运用glBufferData函数，将顶点坐标转换为GPU可解释的顶点缓冲对象（Vertex Buffer Objects）；并调用glBindBuffer方法，将所述GPU可解释的顶点缓冲对象绑定到对应的语义场景检测纹理通道上下文中。

最终，调用glDrawArrays方法完成字符图形绘制。该方法会从对应上下文中获取顶点数据，将对应纹理图形内容绘制到当前纹理通道的背景图像上。

其中，所述字符纹理集合，应当知晓其是作为固定内容存在的，即每次初始化程序时执行，其具体创建步骤包括：

首先，运用FreeType软件库，加载字体文件并调用FT_Set_Pixel_Sizes设置所需的字体像素大小（所述字体属于常规技术特征，另外关于字体大小，本发明采用下述公式计算得到字体大小，10.5磅 / 72 * 96 dpi = 14像素，即一磅等于1/72英寸，本发明假定在

96 dpi的显示器上显示)；

其次，创建字符纹理集合。具体地，由于本发明使用的图形库为OpenGL，遍历字体文件中每个字符，将调用glBindTexture函数得到纹理对象，利用FreeType加载得到每个字符的字形并转换为位图信息，并将位图复制到纹理对象，位图中包含每个字符的纹理内容、坐标、尺寸、基线位置和字符宽度；

最后，建立映射集合，本发明中使用键值对数据类型进行存储，键为字符，值为纹理对象。

所述视频输出单元用于将背景图像及在其上绘制的病变目标图形形成病变目标检测结果视频、背景图像及在其上绘制的病变分割图形形成病变分割结果视频、背景图像及在其上绘制的语义场景图形形成语义场景检测结果视频并通过所述三个输出端口分别输出到所述视频叠加模块。

具体地，可以调用帧缓冲刷新函数，进行相应图形的连续输出，以形成视频输出。

所述视频叠加模块用于对来自所述影像推送子模块的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模块的视频输入信号进行叠加并将叠加后的视频输出到所述显示模块。

具体地，所述视频叠加模块包括四个输入端子和一个输出端子。所述四个输入端子分别用于接收对来自所述视频输出单元的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模块的视频输入信号。所述视频叠加模块对接收的视频进行叠加。所述输出端子用于将叠加后的视频输出到所述显示模块。

在本发明中，所述视频叠加模块可以采用FPGA视频叠加模块。所述FPGA视频叠加模块在对接收的视频进行叠加时，从底层至顶层的叠加顺序分别是：来自所述视频采集模块的视频输入信号，即，原

始视频输入画面→病变目标检测结果视频→病变分割结果视频→语义场景检测结果视频，最终得到叠加合成后的AI画面。

如图4所示，所述FPGA视频叠加模块进行视频叠加的具体步骤为：

1、建立并初始化视频输入信号环形缓冲区、病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区，同时要设定每个所述环形缓冲区的容量。

每个所述环形缓冲区，都需要实现存储器芯片接口逻辑：将DDR3存储器芯片连接到FPGA视频叠加模块的外部存储器接口，在FPGA视频叠加模块中使用的是DDR3控制器IP核和Memory Interface Generator (MIG) 工具来生成存储器控制器和接口。通过MIG工具可以根据存储器芯片的型号和参数来生成存储器控制器和接口。所述环形缓冲区容量，本发明假定接收信号数据为1920*1080像素，24位RGB图形（占3字节），默认存储3帧，所述环形缓冲区容量即为：

$$1920 * 1080 * 3（字节） * 3（帧） = 18662400 字节。$$

2、创建4组通道的监听线程，也就是，四个输入端子的输入通道的监听线程。这样，当各个输入端子收到视频输入时，能被监听到并分别将帧数据写入对应的所述环形缓冲区。当所述环形缓冲区容量满时，插入新的帧数据的同时弹出头部帧数据。

3、创建错位输出。通过错位输出可以保证原画的低延时输出，且得到稳定的标记信息。

所述创建错位输出具体为：

首先，当所述视频输入信号环形缓冲区第一次达到预设存储长度时，将其内的第一帧数据不做任何处理直接输出。

本发明中，可以使用Xilinx HDMI 2.0接口的IP核来实现HDMI 2.0输出接口。具体的，DDR内存控制器IP核从DDR中读取视频帧

数据，交给有限状态机（FSM）。FSM 根据内部状态，控制数据读取和数据发送到 HDMI 接口的顺序和时间。同时，FSM 控制生成同步信号，包括水平同步、垂直同步和像素使能信号。这些同步信号确定了视频帧的具体格式和时序，最终使 HDMI 接口按照正确的格式和速度输出图像。

其次，经过第一帧数据输出后，后续新的帧数据会继续进入所述视频输入信号环形缓冲区，此时，所述视频输入信号环形缓冲区的第一帧数据，就与其余三个所述环形缓冲区内的第一帧数据产生了一帧时间上的错位。

4、输出叠加合成后的 AI 画面。

首先，利用所述错位输出所占用的视频输入信号的第一帧数据输出的时间，将所述病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区内的头部第一帧数据进行图形叠加，得到合成后 AI 图形提示信号（需要注意的是，实施本步骤时，能否在 1 帧的时间，即 1 秒/60 帧 $\approx$ 16.66ms 内，完成图形叠加，需要取决与 FPGA 芯片运行速率，例如过于低端的 FPGA 芯片可能无法满足该性能，本发明使用高端 FPGA 芯片，能满足此性能）。

本发明中，所述合成后 AI 图形提示信号通过以下步骤得到：（1）、从所述病变目标检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景结果视频环形缓冲区分别取出第一帧数据，依据尺寸信息依次遍历每个像素；（2）、对于得到的 3 个像素值，判断是否为背景色（依据上文，背景色假定为白色 255，255，255）；（3）、若均为背景色则设定 AI 图形提示信号在该位置的像素值也为背景色，若三个像素值中有 1-3 个非背景色数值，依据优先顺序设定 AI 图形提示信号在该位置的像素值。所述优先顺序为：1.语义场景结果视频对应帧数据像素值 $\rightarrow$ 2.病变分割结果视频对应帧数据像素值 $\rightarrow$ 3.病变检测结果视频对应帧数据像素值。（4）、最终得到合成后 AI 图

形提示信号。

然后，将所述合成后 AI 图形提示信号与所述视频输入信号的帧数据进行叠加。具体地，将所述视频输入信号的帧数据从所述视频输入信号环形缓冲区内读出，与所述合成后 AI 图形提示信号进行逐个像素数值判断，若数值与背景色（此处依据上文，假定为白色 255, 255, 255）相同则输出视频输入信号的帧数据的像素；若数值与背景色不同，则将该像素值设定为合成后 AI 图形提示信号，最终得到叠加合成后的 AI 画面。

所述显示模块用于对叠加后的视频进行显示。

优选地，所述显示模块的内部结构包含视频输入端子芯片、视频环出端子芯片及影像输入源切换按键。所述视频采集模块、AI边缘计算模块和视频叠加模块都与所述显示模块的视频输入端子芯片相连。所述影像输入源切换按键用于确定所述显示模块显示的是来自所述视频采集模块、来自所述AI边缘计算模块还是来自所述视频叠加模块的内容。

这样，所述显示模块可根据用户选择的显示模式进行显示。用户可以通过所述影像输入源切换按键控制切换显示模式。显示模式1为直接显示医疗影像设备的原始视频输入信号；显示模式2为显示经过AI边缘计算模块处理和标记层输出模块输出并与原始视频输入信号叠加的带有标记信息的视频信号；显示模式3为所述AI边缘计算模块输出的操作系统HDMI信号。由此，本发明提供了三种显示模式，使得其具备多功能效果，为医务人员提供了更多便利。

最后应当说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对本发明保护范围的限制。本领域的技术人员，依据本发明的思想，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

权利要求书

1. 一种智能医疗显示系统，其包括视频采集模块、AI边缘计算模块、标记层输出模块、视频叠加模块和显示模块，其特征在于，

所述视频采集模块用于接收来自医疗影像设备的视频输入信号并将其传输给所述AI边缘计算模块；

所述AI边缘计算模块用于对所述视频输入信号进行分析以获得病变目标检测报文、病变分割报文和语义场景检测报文并将它们推送至所述标记层输出模块；

所述标记层输出模块包括信息处理子模块和影像推送子模块，所述信息处理子模块用于对所述AI边缘计算模块推送的报文进行分组标记，以分成病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组；所述影像推送子模块用于根据所述信息处理子模块的分组标记结果，在背景图像上进行标记，以形成病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频，并将它们输出到所述视频叠加模块；

所述视频叠加模块用于对来自所述影像推送子模块的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模块的视频输入信号进行叠加并将叠加后的视频输出到所述显示模块；

所述显示模块用于对叠加后的视频进行显示。

2. 根据权利要求1所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述信息处理子模块包括第一缓冲区以及与所述第一缓冲区相连的病变目标检测缓冲区、病变分割缓冲区和语义场景检测缓冲区，所述第一缓冲区与所述AI边缘计算模块相连以接收和临时存储所述AI边缘计算模块推送的报文并对所述报文的报文头进行解析，依据所述报文头分别将所述病变目标检测报文临时存储至所述病变目标检测缓

缓冲区、将所述病变分割报文临时存储至所述病变分割缓冲区、将所述语义场景检测报文临时存储至所述语义场景检测缓冲区，从而分成了病变目标检测报文组、病变分割报文组和语义场景检测报文组。

3. 根据权利要求2所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述影像推送子模块包括纹理通道创建单元、纹理通道上下文创建单元、背景图像绘制单元、图形绘制单元和视频输出单元，

所述纹理通道创建单元用于创建病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道并将它们绑定到三个输出端口；

所述纹理通道上下文创建单元用于为所述三个输出端口分别创建病变目标检测纹理通道上下文、病变分割纹理通道上下文和语义场景检测纹理通道上下文；

所述背景图像绘制单元用于在所述病变目标检测纹理通道、病变分割纹理通道和语义场景检测纹理通道内分别绘制背景图像；

所述图形绘制单元基于所述病变目标检测报文组在所述病变目标检测纹理通道内的背景图像上绘制病变目标图形、基于所述病变分割报文组在所述病变分割纹理通道内的背景图像上绘制病变分割图形和基于所述语义场景检测报文组在所述语义场景检测纹理通道的背景图像上绘制语义场景图形；

所述视频输出单元用于将背景图像及在其上绘制的病变目标图形形成病变目标检测结果视频、背景图像及在其上绘制的病变分割图形形成病变分割结果视频、背景图像及在其上绘制的语义场景检测图形形成语义场景检测结果视频并通过所述三个输出端口分别输出到所述视频叠加模块。

4. 根据权利要求3所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述视频叠加模块包括四个输入端子和一个输出端子，所述四个输入端子分别用于接收来自所述视频输出单元的病变目标检测结果视频、病变分割结果视频和语义场景检测结果视频以及来自所述视频采集模

块的视频输入信号，所述输出端子用于将叠加后的视频输出到所述显示模块。

5. 根据权利要求4所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述视频叠加模块通过以下步骤进行视频叠加：

1)、建立并初始化视频输入信号环形缓冲区、病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区，同时要设定每个所述环形缓冲区的容量；

2)、创建四个所述输入端子的输入通道的监听线程，使得当各个所述输入端子收到视频输入时，能够分别将帧数据写入对应的所述环形缓冲区，并且当所述环形缓冲区容量满时，使得在插入新的帧数据的同时弹出头部帧数据；

3)、创建错位输出，也就是，当所述视频输入信号环形缓冲区第一次达到预设存储长度时，将其第一帧数据不做任何处理直接输出，此时，所述视频输入信号环形缓冲区内的第一帧数据与其余三个所述环形缓冲区内的第一帧数据产生一帧时间上的错位；

4)、输出叠加合成后的AI画面。

6. 根据权利要求5所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述步骤4)具体包括：

4.1)、利用所述错位输出所占用的所述视频输入信号的第一帧数据输出的时间，将所述病变检测结果视频环形缓冲区、病变分割结果视频环形缓冲区、语义场景检测结果视频环形缓冲区的头部第一帧数据进行图形叠加，得到合成后AI图形提示信号；

4.2)、将所述合成后AI图形提示信号与所述视频输入信号的帧数据进行叠加，最终得到所述叠加合成后的AI画面。

7. 根据权利要求1所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述AI边缘计算模块包括病变目标检测子模块、病变分割子模块和语义场景检测子模块，所述病变目标检测子模块用于对所述视频输入信号进

行逐帧识别，得到病变检测对象目标，并将所述病变检测对象目标转换为报文，得到所述病变目标检测报文；所述病变分割子模块用于对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到病变分割对象目标，并将所述病变分割对象目标转换为报文，得到所述病变分割报文；所述语义场景检测子模块用于对所述视频输入信号进行逐帧识别，得到语义场景检测结果，并将所述语义场景检测结果转换为报文，得到所述语义场景检测报文。

8. 根据权利要求7所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述病变目标检测报文包括报文头与报文体，其中，报文头为DET，报文体为若干病变检测对象目标的坐标，多个坐标以“|”符号切分；所述病变分割报文包括报文头与报文体，报文头为SEG，报文体为若干病变分割对象目标的点坐标集合，多组点坐标集合以“|”符号切分；所述语义场景检测报文包括报文头与报文体，报文头为TXT，报文体为若干语义场景对应的提示文字，多组提示文字以“|”符号切分。
9. 根据权利要求1所述的智能医疗显示系统，其特征在于，所述显示模块具有影像输入源切换按键且所述视频采集模块、AI边缘计算模块和视频叠加模块都与所述显示模块相连，所述影像输入源切换按键用于确定所述显示模块显示的是来自所述视频采集模块、来自所述AI边缘计算模块还是来自所述视频叠加模块的内容。