doi: 10.7690/bgzdh.2015.07.005

基于图像分析的坦克实兵交战模拟终端设计与实现

王宗祥，陈　璐，李　威，韩志军
（装甲兵学院作战实验中心，安徽 蚌埠 233050）

摘要：针对传统的基于激光技术的实兵交战模拟系统在仿真精度和准确性等方面存在着严重不足的问题，设计一种基于图像分析技术的坦克实兵交战模拟终端系统。首先，依据实兵对抗需要设计了坦克实兵交战模拟系统总体框架；然后，对实兵交战模拟系统的核心——模拟终端的组成与设计进行描述；同时，通过分析进行了基于图像分析技术的实兵交战模拟终端设计与实现；最后，简述了模拟终端工作流程。应用结果表明：该模拟终端能够满足近似实战化的训练需求，实用性很强。

关键词：图像分析；实兵交战；模拟终端；设计与实现
中图分类号：TJ811　　**文献标志码：**A

Design and Implementation of Tank Real Soldiers Fighting Simulation Terminal Based on Image Analysis

Wang Zongxiang, Chen Lu, Li Wei, Han Zhijun
(*War-Fighting Experimentation Centre*, *Academy of Armored Force*, *Bengbu* 233050, *China*)

Abstract: There is serious precision and accuracy problem in the traditional live combat simulation system based on laser technology, tank troop combat simulation terminal system which is based on image analysis technique is designed. Firstly, designed the framework of this system, secondly the composition and design of the terminal simulation which is the core part of this system is described; meanwhile the realization of the system is present; Finally, the work flow of the system is described. The application result shows that the simulation terminal can meet the approximate the actual combat training needs, and is very practical.

Keywords: image analysis; military engagement; simulation terminal; design and implementation

0　引言

传统的基于激光技术的实兵交战模拟系统在仿真精度和准确性等方面存在着严重不足，因此笔者提出和研究了基于图像分析技术的坦克实兵交战模拟终端，采用以“信息”代替“能量”理念，通过摄像机连续采集坦克目标图像序列，识别坦克目标，以清晰的图像信息、精准的分析技术、精确的模型解算等信息采集与处理方法，代替以往“以光代弹”以小能量模拟大能量的做法，以“瞄实体，打数据”的理念代替“瞄实物，打能量”观念，有效地提高和解决了装甲战斗车辆射击过程模拟与目标毁伤效应仿真精度问题[1]。

另外，该系统所具有的战场态势显示功能、实验数据采集功能、导调监控功能、实验数据传输等功能，使坦克兵交战演练过程既宏观又具体，对于分队各级指挥员掌握指挥流程、培养指挥谋略、开展指技合训和协同训练，具有较好的促进作用，使得对抗演习有了更加客观公正的科学评判依据。

1　基于图像分析的坦克实兵交战模拟系统

实兵交战模拟系统由红军坦克兵实兵交战单元、蓝军坦克兵实兵交战单元以及导调控制单元组成，主要满足综合仿真实验中对实兵作战训练实验的交战仿真需求，提供坦克兵火力交战行为及结果的高精度仿真、坦克兵交战过程中机动、指挥、观察、火力等战术动作及作战效果的精确仿真等功能，其结构如图 1 所示。

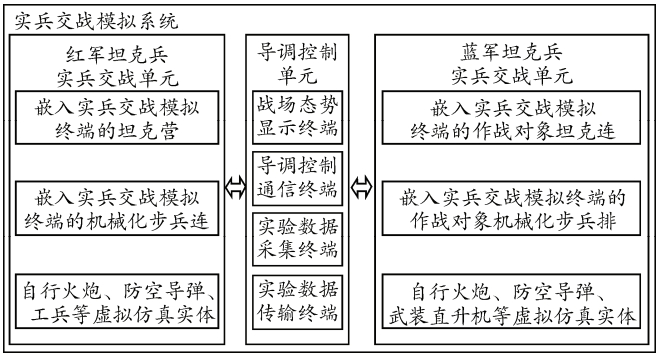

图 1　实兵交战模拟系统结构

收稿日期：2015-03-25；**修回日期：**2015-04-28
基金项目：总参军训和兵种部立项课题(CJB06-TY-008)
作者简介：王宗祥(1970—)，男，安徽人，硕士，讲师，从事作战模拟、嵌入式系统、无刷电机控制研究。

通过系统结构分析可知，实兵交战模拟终端是实兵交战模拟系统的核心。只有较好地解决了实兵交战模拟终端的问题，才能解决好实兵交战模拟系统的核心问题[2]。

2　实兵交战模拟终端的组成与设计

2.1　实兵交战模拟终端的组成

基于图像识别的实兵交战模拟终端由中央控制装置、图像采集分析装置、红外频闪装置、击发控制装置、方位采集装置、火炮校正装置、声效模拟装置、击毁显示发烟装置、数据通信装置、设备固定机架及辅件组成[3]，如图 2 所示。

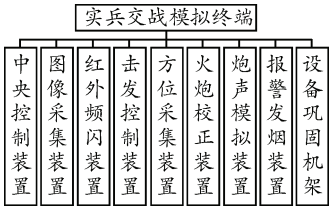

图 2　实兵交战模拟终端组成示意图

坦克实兵交战模拟终端实现图像信息的采集与处理、坦克编号的频闪与识别、坦克位置、姿态信息的采集、弹种选择、火炮校正与射击控制、各种模拟参数的无线传输、火炮发射、毁伤效果的声响显示等功能。实兵交战模拟终端在坦克车辆上安装情况如图 3 所示。

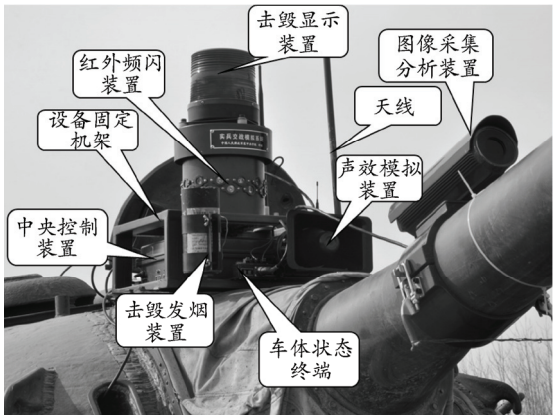

图 3　实兵交战模拟终端安装实景图

2.2　实兵交战模拟终端的设计

2.2.1　中央控制装置

中央控制装置由炮塔方位模块、无线数据通信模块、车体方位蓝牙模块、声效模拟控制模块、警灯发烟控制模块、设备通信串行接口及控制软件等组成。该装置主要实现对各种模拟参数的采集、发射、接收，对各外围终端设备的协调与控制等功能。

中央控制装置主控制器采用大容量 STM32F103 处理器，该处理器具有 5 个串行口，用 MAX3232 芯片进行电平转换后分别连接北斗定位模块、击发控制模块、图像采集模块、无线数据通信模块和车体方位蓝牙模块。通过 STM32F103 处理器 SPI 接口连接 VS1003 音频解码器芯片实现炮声模拟和控制。通过 24 V 继电器实现对警灯和发烟模块的控制。其结构图如图 4 所示。

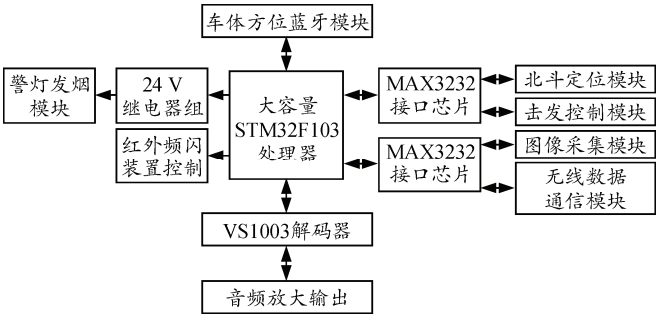

图 4　实兵交战模拟终端中央控制装置结构

中央控制装置的控制软件采用 μC/OS-II 操作系统，μC/OS-II 是源代码公开的实时嵌入式内核，具有占先式、多任务、可裁减、可移植等特点。在应用中，建立 6 个任务，分别管理：击发控制、图像采集、声效模拟、无线数据通信、北斗定位、车体方位。各任务之间通过相应的信号量、邮箱等进行相互通信，以达到协调一致的工作。

2.2.2　图像采集分析装置

图像采集分析装置由硬件和软件 2 部分组成。硬件由 DSP 图像处理芯片 TMS320DM648、CCD 像机镜头(电荷耦合器件)、ADC 转换电路、FPGA、DDR、Flash、H．264 Encoder ASIC、及 RS232、USB、网络接口等组成[4-5]，如图 5 所示。

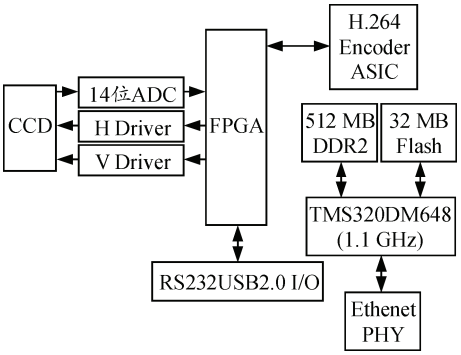

图 5　图像采集分析装置内部结构

软件由 TI 公司专用操作系统、像机设备驱动程序、图像采集分析处理程序等组成，实现图像采集分析、水平校正、图像稳像、射击距离判定、坦克编号识别、命中部位判定、毁伤判定与统计等功能[5]。

2.2.3　红外频闪装置

红外频闪装置采用 845 nm 波长的功率 5 W 的

红外发光二极管组成红外光源。该光源产生人眼看不见而普通摄像机能捕捉到的红外光，辐射“照明”周围环境，这种红外辐射具有较强的穿透力，穿透雾、烟尘以及大气的能力比可见光强得多，这样可以克服复杂天空条件下视觉障碍而探测到目标，具有较强的抗干扰能力和较大的作用距离；同时，还可以不受光照的影响，昼夜工作，对人眼也不会造成伤害。使用过程中，单片机根据标志坦克目标身份 ID 编码开关通过驱动模块产生连续不断的频闪，以供相机拍摄并识别分析。

2.2.4　击发控制装置

击发控制装置由单片机及控制软件、火炮击发采集接口、弹种选择接口、火炮击发暴闪灯控制（炮口火光模拟）、与中央控制装置的串行通信接口等组成，如图 6 所示。

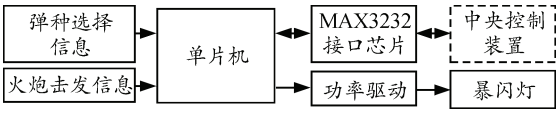

图 6　击发控制装置功能结构

2.2.5　炮声模拟、击毁显示、发烟装置

炮声模拟装置由大功率 BTL 音频功率放大电路、高音喇叭等组成，用来模拟坦克火炮击发的炮声。击毁显示由闪烁警灯及其控制模块组成，发烟装置由发烟罐、机壳、控制模块等组成，实现坦克被击毁时的警灯闪光、发烟等模拟功能。

2.2.6　方位采集装置

方位采集装置由 ARM 单片机及控制软件、GPS 数据解析模块、GPS 接收天线、蓝牙通信模块、后备电池、交流充电模块、机壳等组成，实现坦克场车体方向信息采集处理等功能[6]。

2.2.7　火炮校正装置

火炮校正装置由视频显示控制模块、视频显示液晶屏、无线网络模块、机壳等组成，实现火炮校正、各种模拟参数的输出显示等功能[7]。

2.2.8　无线数据通信装置

使用大功率 Zigbee 模块，充分利用 Zigbee 协议的自组网特性，可靠实现实兵交战各种模拟参数的发送与接收功能。本设计选用的 Zigbee 是顺舟 SZ05-ADV 模块，该模块可实现 3 km 距离的无线数据传输，满足功能需求[8]。

3　实兵交战模拟终端工作流程

基于图像分析的实兵交战模拟终端，通过安装在坦克火炮身管中上方的摄像机连续采集包含目标坦克的图像序列，识别出目标坦克炮塔上方装置的红外光源闪烁频率，判定出目标坦克的编号。采用倾角传感器实时检测摄像机的侧倾角度，实现对采集图像及时水平校正[9]；采用 GPS 与无线数据传输模块，在识别出目标坦克编号的基础上，计算出坦克射击距离；根据获取的坦克射击距离、射手选择的弹种，在校正后图像序列的基础上，结合射表计算出弹着点在图像中的像素坐标。通过对图像序列中目标坦克及装置的红外光源的分析，实现对目标坦克在炮弹落点时刻在图像中的位置、大小及姿态的预测。将计算出的弹着点像素坐标以及预测出的目标坦克在图像中的姿态、大小和位置等数据，输入到反映射弹弹道特性和目标防护特性的数学模型中解算，判定命中目标坦克的部位和毁伤情况。该模拟是以独立的方式实现坦克兵实兵交战，不间断发送自身坦克装甲防护性能、GPS 信息及坦克编号，并实时接收其他参训坦克的装甲防护性能、GPS 信息及对应的坦克编号。其系统工作流程如图 7 所示。

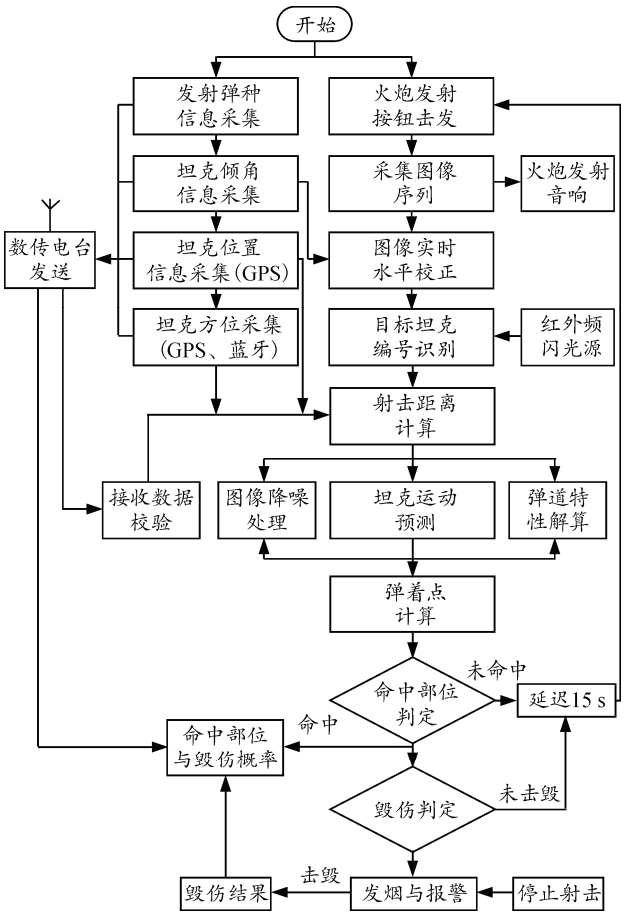

图 7　基于图像分析的实兵模拟交战终端的工作流程

（下转第 27 页）