

# 一种基于图像识别和光电检测的单兵战术训练考核系统\*

于晓琳<sup>1</sup>, 张 崇<sup>1</sup>, 尹文刚<sup>1</sup>, 秦 岭<sup>2</sup>

(1. 中国人民武装警察部队警官学院, 四川 成都 610213; 2. 西安翔迅科技有限责任公司, 陕西 西安 710000)

**摘要:** 单兵战术考核是融合智能、技能、体能为一体的综合体现, 目前常用战术训练的训练场地、器材千差万别, 缺乏必要的规范与标准性。基于图像识别和光电检测技术设计实现了智能化的单兵战术训练考核系统, 该系统主要利用多对光电传感器代替传统铁丝网对训练者的进入、离开、跃进、冲刺以及训练过程中的违规触碰信号进行采集、处理、实时显示, 并结合视频图像识别技术, 对战术动作加以比对, 以判断训练者通过全部掩体的时间, 动作要领是否规范。采用无线传输方式, 将考核成绩传送至后台管理中心进行分析统计, 用于提高单兵考核训练的时效性、准确性、公平性。

**关键词:** 单兵战术; 图像识别; 光电感知; 无线传输

中图分类号: TM930.2

文献标志码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.222882

中文引用格式: 于晓琳, 张崇, 尹文刚, 等. 一种基于图像识别和光电检测的单兵战术训练考核系统[J]. 电子技术应用, 2023, 49(1): 114-118.

英文引用格式: Yu Xiaolin, Zhang Chong, Yin Wengang, et al. A soldier tactical training and examination system based on image recognition and photoelectric detection[J]. Application of Electronic Technique, 2023, 49(1): 114-118.

## A soldier tactical training and examination system based on image recognition and photoelectric detection

Yu Xiaolin<sup>1</sup>, Zhang Chong<sup>1</sup>, Yin Wengang<sup>1</sup>, Qin Ling<sup>2</sup>

(1. Department of Information and Communication, Officers College of PAP, Chengdu 610213, China;

2. Xi'an Xiangxun Technology Co., Ltd., Xi'an 710000, China)

**Abstract:** Individual tactical assessment is a comprehensive reflection of intelligence, skills and physical fitness. Currently, the training sites and equipment commonly used in tactical training vary widely, lacking necessary norms and standards. Based on image recognition and photoelectric detection technique was used to implement the intelligent design individual tactics training evaluation system, the system is mainly used for photoelectric sensor instead of traditional barbed wire to training more enter, leave, jump, sprint training. In order to judge whether the time for the trainer to pass through all the shelters and whether the movement essentials are standard, the signal of illegal touch in the training process is collected, processed and displayed in real time. Combined with the video image recognition technology, the tactical movements are compared to judge. Wireless transmission method is adopted to send the assessment results to the background management center for analysis and statistics, which is used to improve the timeliness, accuracy and fairness of the individual soldier assessment training.

**Key words:** soldier tactics; image recognition; photoelectric perception; wireless transmission

## 0 引言

近年来, 围绕单兵战术训练的研究不断取得新的进展<sup>[1-2]</sup>。但是, 常用的战术训练器材在不同程度上仍存在一些不足。一般战术地桩网上铺架铁丝网(即铁蒺藜), 初学练习时背部极易被其刮伤。训练者被倒钩网刮住后, 自己不易摘除, 必须他人辅助, 影响训练成绩,

消耗训练时间, 降低训练效率, 且影响受训者心理。考核采用秒表计时, 不够精确, 易受人为因素影响, 导致较大计时误差。考评人员对动作完成质量只能进行定性评定, 无法进行定量客观评定。参训人员的身份无法识别, 容易出现替考、代考等现象。训练考核结果数据, 如参训人员的运动数据需要人工记录存储, 记录的数据还需要标明训练人员身份。这一过程工作量大且效率低

\* 基金项目: 武警部队 XXX 重点项目

下,手工记录的数据的后期处理工作量大,无法满足现代化、网络化的训练需求<sup>[3-4]</sup>。

针对以上问题,本文基于图像识别和光电检测技术设计并实现了一种智能化单兵战术训练考核系统。该系统的高低姿匍匐单元结构框架间采用激光传感器,不会对身体造成任何伤害,受训者可以尝试各种动作,并在不断地尝试中摸索出最适合受训者的动作。采用激光传感器对训练者的进入、离开以及完成过程中的违规触碰信号进行采集,以判断训练者通过全部掩体的时间。训练过程中对头部姿态、滚进、敌情观念等姿态进行视频采集,进行图像识别,并保存训练人员的考试视频。客户端可以将受训者各动作的完成时间、分析对比数据通过无线传输回数据库,及时发现训练不足,给出指导性建议,开展针对性专项训练。

该系统设计从全方位、多角度地了解官兵训练的实际情况出发,从而达到结构新颖、组合型、标准化、光电式、数字化、多功能、系统化的稳定可靠、方便安全,极大地提高训练效果与提高考核效率与准确性。

## 1 系统总体方案

根据实训需求,该系统主要是利用多对光电传感器代替传统铁丝网对训练者的进入、离开、跃进、冲刺以及训练过程中的违规触碰信号进行采集、处理、实时显示,并结合视频图像识别技术,对战术动作加以比对,以判断训练者通过全部掩体的时间,动作要领是否规范,采用无线/有线传输结合的方式,将考核成绩传送至后台管理中心进行分析统计,用于提高单兵考核训练的时效性、准确性、公平性。如图1所示,根据训练整体布局,可分为7部分,分别标有①、②、③、④、⑤、⑥、⑦。后台管理中心对整个考核项目进行规划,将考核学员的信息通过无线网络发送至手持终端,手持终端获取考核学员考核成绩后,通过无线网络发送至后台管理中心;同时,各路视频监控通过有线网络将视频图像传送至视频图像处理单元进行样本比对分析,将视频处理完成后,该部分通过有线方式将视频处理结果发送至后台管理中心;由后台管理中心对最终的考核成绩进行分析统计,将统计完成的考核成绩通过无线网络发送至现场实时显示终端,并将考核成绩存入数据库。现场示意图如图2所示。

## 2 各模块设计

单兵战术训练与考核智能系统分别由后台管理中心、视频图像处理单元、手持终端、低/高姿匍匐单元、冲刺单元和现场实时显示终端构成。

### 2.1 低/高姿匍匐和冲刺单元

高低网匍匐单元主要负责学员进网、变姿、出网三个时间点以及网架上方越界信息的检测记录,并将检测信息处理后经由无线传输模块送至手持终端。光电开

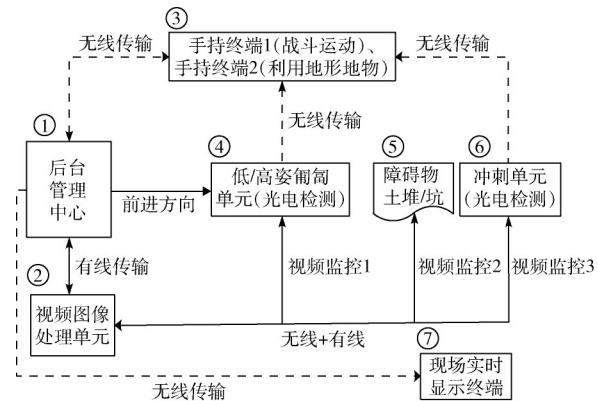


图1 系统整体信息交联布局图

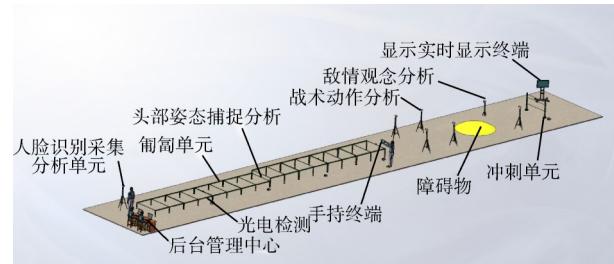


图2 现场示意图

关的布置为每个网架上方水平方向各8对,共64对;在进网、变姿、出网三处垂直方向各安装1对,共3对。电路设计如图3所示,单片机选用STM32F429IGT6增强型,单片机可通过带隔离的CAN收发器(ADM3053)与总机进行数据传输,单片机的GPIO口可实现9对光电开关接收端信号状态的检测,同时增加蜂鸣器进行犯规报警<sup>[5-6]</sup>。

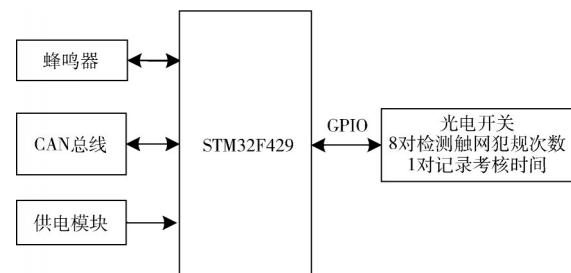


图3 高低匍匐单元电路设计框图

高低匍匐软件设计流程如图4所示。高低匍匐软件设计部分基于Windows 7环境下采用KEIL5平台开发。通过嵌入式系统实现MCU控制无线模块与后台处理中心建立连接,初始化软硬件后,实时将光电传感器触发信号记录发送至手持终端。

该匍匐单元数据采集模块为主动对射式光电传感器,系统设备启动后,首先进行各部分无线通信连接,连接完成后,检测所有光电传感器是否已准备就绪,若未就绪,则发送相应存在问题匍匐单元编号至手持终端,

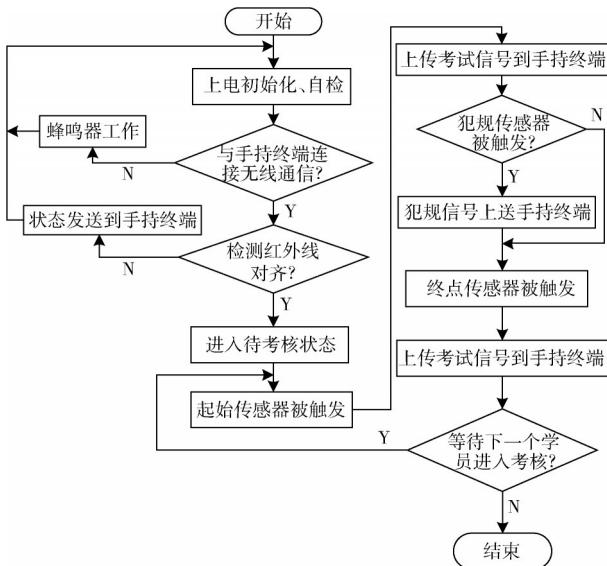


图4 高低匍匐软件设计流程图

准备就绪后，即可开展测试。当受训者触碰第一组主动对射式光电传感器时阻断光电传感器对射，视为开始考试，向手持终端发送开始考试信号，手持终端记录当前时间为进入时间。匍匐单元采集中间 64 组光电开关传感器信号，检测受训者是否触网违规，受训者考试过程中触碰光电开关传感器信号，进行蜂鸣报警并将数据发送至手持终端进行记录，作为考评扣分项。完全经过最后一组主动对射式光电传感器时阻断光电传感器对射，高低网匍匐单元记录匍匐网考核结束时间。

冲刺单元由两根立柱组成,距离可调,安装两组光电传感器,用于检测受训者的冲刺时间点并通过无线方式将考核信息发送至手持终端。其由2对光电开关、MCU单片机、无线传输单元、蜂鸣器组成。

## 2.2 视频图像处理单元

根据现场训练要求,目前对训练区3个部分进行监控,分别是:低/高姿匍匐单元(视频监控1)、障碍物土堆/坑(视频监控2)、冲刺单元(视频监控3),通过有线网络进行视频传输,传输至视频图像处理单元,经图像处理完成后,将处理结果发送至后台管理中心。

如图 5 所示,该单元由 6 个基本模块构成:数据采集与分析中心、人脸识别模块、匍匐前行头部姿态评分模块、肢体动作评分模块、敌情观测评分模块、部署调校单元。该部分采用人体骨架识别技术并结合 AI 样本训练学习,增强对战术动作的识别效率。

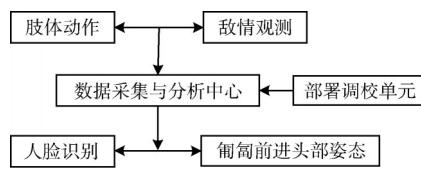


图 5 视频图像处理单元组成

开始考核,首先对设备进行部署调校,然后进入人脸识别过程,进行身份核对,视频采集头部姿态,判断敌情观念。出匍匐网后,对战术动作及利用地形地物进行视频采集,采集到受训者头部姿态后对其姿态所指示的角度进行水平切面与垂直切面的分析,计算出偏航角度,继而可以设置阈值来限定或者判断受训者头部姿态的偏航角是否符合训练大纲要求,可以量化考核标准。将分析结果发送至后台管理中心,并通过无线方式发送至现场显示终端进行实时状态显示,其工作流程如图6所示。

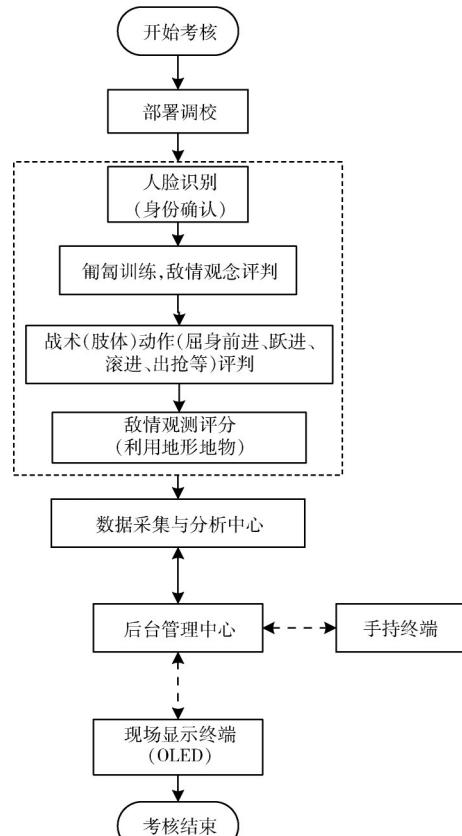


图6 视频图像处理单元工作流程图

## 2.3 后台管理中心

后台管理中心主要用于对整个考核/训练项目进行规划、分析、统计,得出最终考核/训练成绩。该单元与手持终端之间通过无线网络进行传输,与视频图像处理单元之间通过有线方式进行通信,与现场实时显示终端通过无线方式连接。

在考核/训练规划完成后,该单元将考核人员信息下载至手持终端,接收手持终端发送的考核成绩,接收视频图像处理单元处理的图像结果,进行综合统计后得出考核成绩,并将该考核成绩发送至现场实时显示终端进行显示,方便受训者及相关人员及时了解考试情况。软件设计流程如图 7 所示。

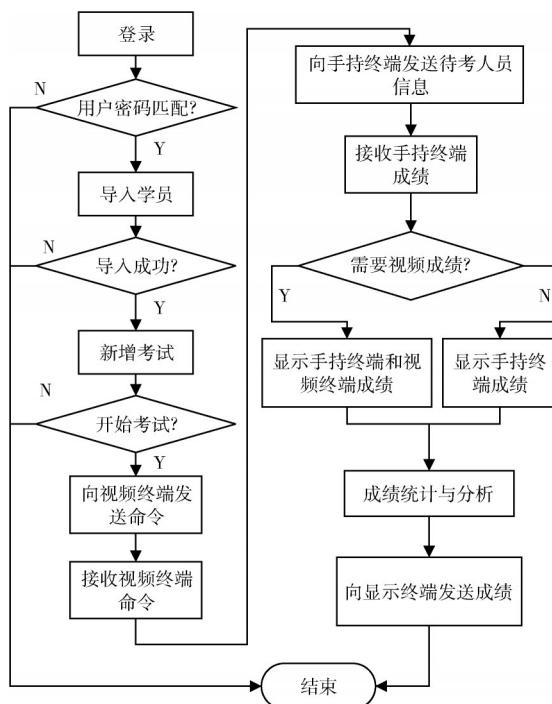


图7 后台管理中心软件设计流程图

## 2.4 终端模块

战术基础动作考核分为战斗运动和利用地形地物两个课目,两台便携式手持终端均可进行这两个课目的考核工作,且相互独立,分为战斗运动手持终端和利用地形地物手持终端,由两个考官独立进行操作,对受训者进行相应的打分评判。两台便携式手持终端均可与高低网匍匐单元、冲刺单元、后台管理中心之间通过无线方式传输信息,其一方面接收高低网匍匐单元和冲刺单元现场光电开关检测到的信息(触网犯规次数、进出网及考核起止时间),另一方面接收后台管理中心发送的考核学员信息并将学员的现场评分成绩回传至考核中心。现场实时显示终端连接无线通信成功后,利用LORA通信协议接收后台考核成绩数据,以柱状图、饼状图、折线图等形式实时显示受训者的考核进度和考核状态。

## 3 数据分析

为了验证所设计系统的可行性与准确性,对10组考核人员同时采用两种不同的考核方式进行了数据采集与分析对比。其中,第一种考核方式为传统的考官计时及犯规统计,第二种考核方式为单兵战术训练考核系统计时及犯规统计,结果如表1所示。

经过多次测试比较,从计时精度、战术动作评判以及统计犯规次数等一系列技战指标数据表明:本次系统加入视频识别技术,采用视频图像处理对单兵战术动作进行检测,精准度高,人脸自动识别且准确率 $\geq 95\%$ ,头部姿态估计的平均精确度 $\geq 95\%$ ,动作姿态与头部姿态

表1 考核方式结果比较

学员编号	考官计时	考官统计犯规	系统计时	系统统计犯规	计时比较	犯规统计
1	36"66	10	35"14	14	快	多
2	31"50	3	30"35	9	快	多
3	32"41	6	31"47	9	快	多
4	29"21	8	28"32	9	快	多
5	30"35	4	29"45	8	快	多
6	32"07	18	30"93	20	快	多
7	34"10	2	33"02	7	快	多
8	38"33	0	36"54	3	快	多
9	47"83	3	44"97	20	快	多
10	32"96	5	32"10	9	快	多
11	32"02	2	30"98	5	快	多
12	38"01	3	35"52	7	快	多
13	35"95	3	34"88	5	快	多
14	37"34	3	35"71	7	快	多
15	37"64	3	37"74	6	慢	多
16	35"16	2	34"19	7	快	多
17	37"16	3	35"71	7	快	多
18	31"14	0	30"01	4	快	多

整体分析延迟 $\leq 1$  s,目标识别率 $\geq 85\%$ ,行为识别率 $\geq 85\%$ 。

采用激光传感器进行点位触发,一旦触发传感器,即记录训练人员进入进出时间;犯规后,传感器自动触发记录触网次数,与考官自主评定相比更加公平公正。多台手持终端接收数据时,时间误差小于等于1 ms,定时器精准计时,受训者通过终点线自动停止计时,准确度高。

显示控制终端秒表计时比考官人为控制秒表计时时间略短,这是因为:显示控制终端秒表的开始与结束是由光电检测器检测到电信号变化以后通过无线模块发送信号至显示控制终端进行控制的,速度较快;而考官人为控制秒表开始与结束,按键是需要时间的。系统判断犯规行为较考官人为统计犯规行为次数更多,这是因为考官判断具有更多的主观意识,系统的判断更加准确。

## 4 结论

着眼国际军事训练变革,传统单兵战术训练及考核方式将不再满足当下的时代需求,计时不准确,标准不统一,误差概率大,采集效率低等传统训练模式的弊端,严重制约着未来军队的作战任务需求。

为了解决上述问题,特研制出包含光电感知、姿态识别、违规采集、无线传输、后台分析、结构一体式折叠战术考评智能系统,着眼全面训练,分步细训,协助部队进行智能化军事备战、训练及考核。利用智能系统管理

训练、辅助训练,使单兵战术训练各项工作变得更加快速、高效,更加节约人力成本和时间成本。

#### 参考文献

- [1] 田晓波,张崇,杨朝斌.一种基于嵌入式平台的单兵战术训练考核系统[J].电子技术应用,2018,44(12):28-31.
- [2] 张波.模块化多功能武警单兵战术背心革新[J].警察技术,2005(5):52-54.
- [3] 解新成,周锐.军事训练数据建设与运用问题研究[J].华北军事,2013(1):43-46.
- [4] 陈富强.单兵综合战术对抗训练激光模拟系统研究[D].长沙:国防科学技术大学,2007.
- [5] 张志勇,王雪文,翟春雪.现代传感器原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2014.

- [6] 张淑清.嵌入式单片机STM32设计及应用技术[M].北京:国防工业出版社,2015.

(收稿日期:2022-04-18)

#### 作者简介:

于晓琳(1979-),女,博士,教授,主要研究方向:信息与信号处理。

张崇(1979-),男,博士,教授,主要研究方向:信息与信号处理、嵌入式开发。

尹文刚(1985-),男,博士,讲师,主要研究方向:电子信息工程、嵌入式开发。



扫码下载电子文档

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所