

基于战创伤虚拟人的急救交互系统设计

冯逸飞, 张鹭鹭, 许硕贵, 徐海洲, 周潘宇, 李 莉, 张 义

【摘要】 伤员的“真实”发生、呈现以及伤情的转归、评估是战场伤员急救训练中的重点与难点。通过采用虚拟现实、计算机仿真、人机交互等技术,构建具有生理特性的战创伤虚拟人,模拟真实的战伤伤员;进一步分析急救虚拟交互模型与技术,构建基于战创伤虚拟人的急救交互系统,实现伤情动态变化下的急救技能虚拟交互训练,为战场伤员急救提供实战化的训练工具与技术方法。

【关键词】 战创伤虚拟人;虚拟仿真;急救技能;交互系统

【中图分类号】 R826.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2018)04-0357-04

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-271X.2018.04.007

Design of first aid interaction system based on battle trauma virtual man

FENG Yi-fei¹, ZHANG Lu-lu², XU Shuo-gui², XU Hai-zhou², ZHOU Pan-yu², LI Li³, ZHANG Yi¹

(1. Faculty of Military Health Service, Navy Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Department of Emergency Services, Changhai Hospital Affiliated to Naval Military Medical University, Shanghai 200433, China; 3. Division of Teaching Support, Navy Medical University, Shanghai 200433, China)

【Abstract】 The occurrence and presentation of the “real” wounded and the outcome and assessment of the injury are the key and difficult points in first aid training for the wounded on the battlefield. Using virtual reality, computer simulation, human-computer interaction and other technologies, the battle wound virtual man with physical characteristics was constructed to mimic real wounded soldiers. To provide “actual combat” training tools and technical methods for the first aid on the battlefield, we analyzed first aid virtual interaction models and techniques, constructed first aid interaction system based on war trauma avatars, realized virtual interactive training of first aid skills in the dynamic change of injuries.

【Key words】 battle trauma virtual man; virtual simulation; first aid skills; interactive system

0 引言

“虚拟人”是指通过虚拟现实技术模拟真实的人体结构而合成的三维人体模型^[1]。这种虚拟仿真模型不仅具有人体的形态结构,而且具备生理机能,包括“几何可视虚拟人”、“物理运动虚拟人”、

“生理仿真虚拟人”和“虚拟智能人”4个发展阶段,大多研究处于物理运动虚拟人,部分单位开始探索具有生理特性仿真的虚拟人。目前已经在人体工效学、辅助教学、辅助体育训练、军事仿真领域取得了广泛应用,特别是在军事模拟训练中将虚拟人置于由虚拟现实技术建立起的作战模型、武器平台模型和环境模型、虚拟军事训练系统中,很大程度上可以起到实弹演习的效果,同时避免伤亡事故,并节约设备、弹药和人员成本^[2-3]。

战创伤虚拟人是基于生理仿真虚拟人的进一步发展,根据战伤数据分析,结合武器致伤机理建立伤情发生模型,建立具有生理特性的战创伤伤情仿真伤员模型。战伤急救技能包括包扎、止血、

基金项目: 海军军医大学教学研究与改革项目(JYC2017015);第二军医大学校级课题(2016JS13)

作者单位: 200433 上海,海军军医大学卫生勤务学系(冯逸飞、张鹭鹭、张 义);200433 上海,海军军医大学附属长海医院急诊科(许硕贵、徐海洲、周潘宇);200433 上海,海军军医大学教学保障处(李 莉)

通信作者: 张 义, E-mail: 18602160005@126.com

固定、搬运、通气、基础生命支持,作为战场一线救护人员的基本急救技能,其急救技能水平直接影响着伤员的伤死率和伤残率^[4],研制战创伤虚拟人能够为急救训练提供真实的训练对象,并通过研究基于战创伤虚拟人的急救虚拟交互技术,构建急救技能虚拟交互模型与系统,实现伤情动态变化下的急救技能训练,为战场伤员急救提供“实战化”训练工具与技术方法。

1 战创伤虚拟人构建

1.1 战创伤伤情数据库构建 伤员伤情根据作战样式不同而变化,因此首先应该以真实作战为牵引,分析不同作战样式下参战兵力与武器装备数量性能等要素,进行减员预计并且预测可能出现的伤情特点。综合致伤武器、战场环境、个人防护、战场信息等,分析不同作战样式下伤员身份信息(姓名、性别、年龄、血型、药物过敏史等),伤部信息(头部(颅脑)、颌面、上肢、下肢、内脏等 10 个部位),伤型信息(贯通伤、盲管伤、穿透伤、非贯通伤、切线伤、等),伤势信息(轻伤、中等伤、重伤、危重四类),伤类信息(致伤因素)(炸伤、枪弹伤、刃器伤、挤压伤、冲击伤、撞击伤、烧伤等),时间信息(战伤发生、接受不同救护和治疗的时间)、以及并发症信息(大出血、窒息、休克、抽搐、气胸、截瘫和其他)等,确立子要素并标准化,编制战创伤虚拟人伤情标准化数据库。

1.2 战创伤虚拟人仿真建模 战伤急救技能主要针对外伤展开,战创伤虚拟人具有真实伤员的生理特征,因此战创伤虚拟人主要针对伤员肌肉(含皮肤)、骨骼、血液构建包括头部和四肢伤情生理仿真模型。当虚拟伤员受到弹片击伤或者子弹贯穿伤时,战创伤虚拟人的肌肉根据弹性力学形变特征,应用计算机仿真技术进行柔性体有限元分析,仿真计算伤员受伤部位伤口面积大小、深度等要素^[5];骨骼根据刚体受力特征分析,应用动力学仿真手段进行刚体力学分析还原真实的骨折、骨裂部位、损伤程度等要素^[6];血液根据人体血液动力学特征,参照流体力学模拟特性仿真伤员受伤后血流动态特征,包括血流速度、时长、流量等要素^[7-8]。

依据以上主要生理特点仿真分析,采用人工智能与计算机仿真技术构建算法模型,以 3D 建模、图像渲染为创作工具,建立战创伤虚拟人伤员库,体

现战创伤虚拟人对应的伤情神态信息,为战伤急救虚拟交互研究真实对象与伤情演示模型^[9-11],包括不同伤情下的伤员运动状态(行走、翻滚、爬行、失能等),生命体征(血压、心率、瞳孔状态、呼吸),表情神态(恐惧、痛苦、狰狞、烦躁等),语言表现(呻吟、哭喊、呼救、沉默等)^[12-13]。战创伤虚拟人仿真建模要素分析见图 1。

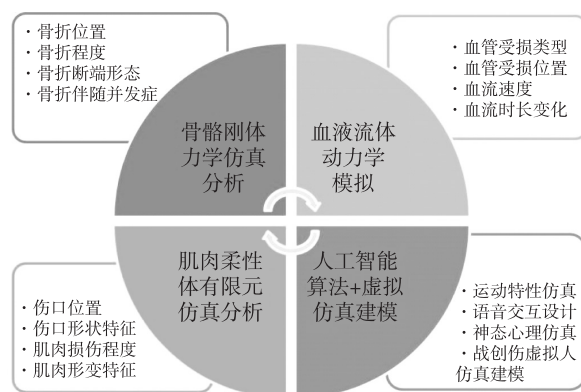


图 1 战创伤虚拟人仿真建模分析

2 战创伤虚拟人急救交互系统设计

2.1 虚拟交互训练装备集成 战伤急救技能主要包括:止血、包扎、骨折固定、伤员搬运、通气术等内容,每一项技能对应的救治装备不同,相应的战创伤虚拟人伤情也不相同,其急救虚拟交互方案与技术设备也各有侧重。因此,在战创伤虚拟人急救过程中,以战伤急救规则为准,分解并优化急救技能操作步骤,根据虚拟人生理指标变化规律和伤情转归特点有针对性地制定虚拟急救技能操作流程,为战伤急救虚拟交互研究提供可操作性的训练流程规范和技术实现方案。

根据虚拟交互操作流程,由受训者以虚拟交互训练工具为急救操作器械,结合虚拟现实交互设备如:虚拟现实头盔、万向跑步机、虚拟交互手柄、数据手套、空间定位等设备,对战创伤虚拟人进行急救交互操作,实现训练效果。例如:对伤员搬运可结合使用运动仿真平台与光学定位装置进行,实现伤员搬运的空间位移变化;对气道管理等“有创”操作使用虚拟手术刀对战创伤虚拟人进行气管切开、环甲膜穿刺等急救措施,仿真虚拟伤员皮肤肌肉被切开及穿刺时逼真的伤口形变与流血模拟形态,达到通气效果,使其恢复正常呼吸心跳等生命指标^[14-15]。

2.2 急救技能虚拟仿真训练分析 以战创伤虚拟人为急救训练对象时,能够展现真实的伤情外形特征,并且显示虚拟人体的多项生理指标,可以对受训者展开伤情判断,伤情评估(例如:以简易战伤评分方法为例,可以通过战创伤虚拟人呼吸次数、收缩压、神志昏迷状况数据分析出当前伤员的伤势等级等),伤员分类等科目的训练,战创伤虚拟人伤情评分流程见图 2。

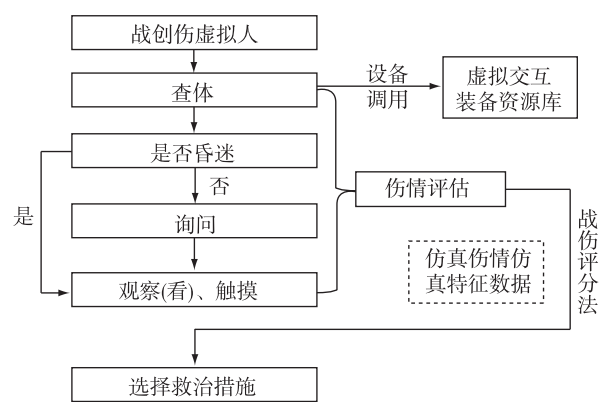


图 2 战创伤虚拟人伤情评分流程

以战创伤虚拟人为真实伤员展开急救操作,当技能操作符合正确的救治方法,虚拟伤员明显好转,其生理指标根据其模型算法恢复正常;例如,当战创伤虚拟人仿真断肢伤员动脉大出血时,采用正确的止血措施后,根据伤员血液流体力学模拟算法,可以显示出虚拟伤员血流量明显减少,伤员面色适度恢复正常,生命体征逐步稳定。当救治措施不正确,或者时间控制不合理时,战创伤

虚拟人伤情出现恶化甚至于直接死亡;例如,战创伤虚拟人出现心脏骤停后,受训者应当按照心肺复苏标准操作流程,通过虚拟交互工具(手柄、数据手套)对战创伤虚拟人进行人工呼吸与心肺复苏,吹气深度、频率,按压深度、频率,如果不符合规范操作,根据骨骼刚体动力学智能算法虚拟人可能直接出现胸骨骨折、甚至死亡。因此,战创伤虚拟人是检验战伤急救虚拟交互训练预期效果的有效工具与客观标准。

2.3 战创伤虚拟人急救交互训练系统构建 基于战创伤虚拟人展开战伤急救虚拟交互训练,以实战化训练为出发点,全面考虑伤员伤情特点与急救训练需求,因此该系统主要可实现教学、训练、考核等功能。按照仿真模型资源、教员教学设计、学员训练考核共设置三大模块。仿真模型库以战创伤虚拟人为核心,提供虚拟救治伤员、器械、环境场景,教员在此基础上进行教学内容涉及与综合案例设计,实现对学员的教学与训练工作。

围绕具体救治技能展开,设置战创伤虚拟人特定的伤情特点,训练难度可根据伤情设置,例如多发伤和重伤救治一般训练难度大一些,单一伤及轻伤训练难度低一些,以战创伤虚拟人为对象进行急救训练操作,构建虚拟教学环境,例如训练场、战场丛林沙滩等,以图文形式、三维视频、战创伤虚拟人为教学工具,设置一名虚拟导师实现对受训学员进行背景介绍、理论提示、操作示范等功能,按照战创伤虚拟人交互训练设计方案实施展开,提升学员急救技能操作水平,系统模块设计要素见图 3。

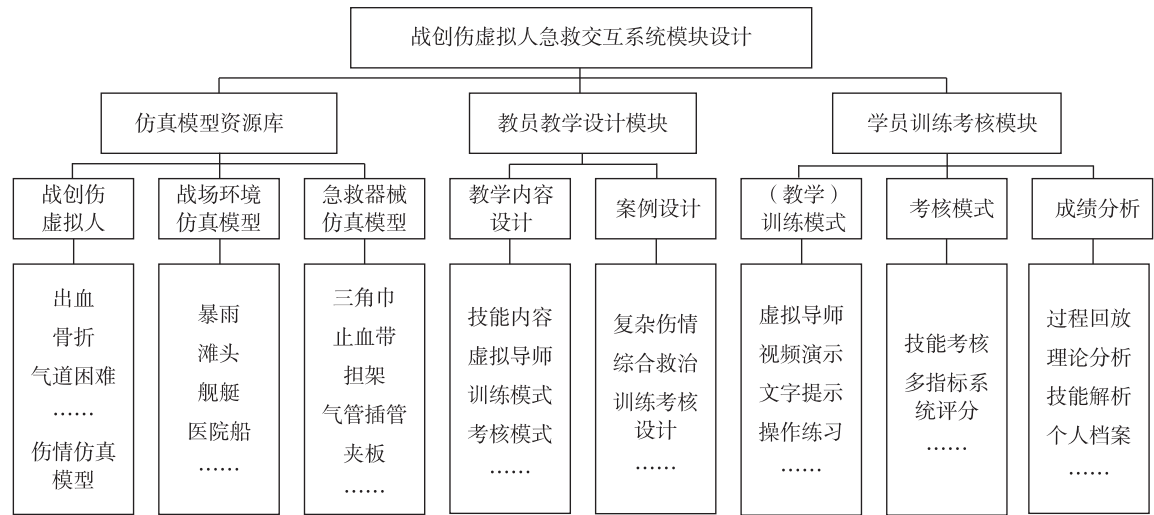


图 3 战创伤虚拟人急救交互系统设计要素

学员应用该系统展开技能考核时,应以具体案例为背景展开,根据预定作战样式发生伤员,产生批量战创伤虚拟人后,由学员进行伤员伤情评估,确定救治措施后,展开急救操作;急救操作过程中,战创伤虚拟人按照仿真智能算法对急救操作进行反馈,包括伤情转归上的形态变化、生命体征指标参数变化等实时反映救治效果,并进行评判打分;在训练系统其他辅助模块中,学员可以查看以往考核记录,自动生成学生考核成绩分析等,为学员训练考评提供客观真实数据结果。

3 结 语

将基于战创伤虚拟人的战伤急救交互系统应用于军医院校、部队卫勤训练部门中开展战伤救治教学训练,为学员提供“临战状态”下的战场感受与伤情呈现,通过真实的急救技能操作与战创伤虚拟人生理指标变化考核,全面提升受训人员的一线伤员急救技能训练水平,极大地降低了常规训练成本高、组织难度大、且伤员伤情“不真实”、“有创”急救操作训练难以展开等问题,浓厚急救训练“实战化”氛围,是新时代军事斗争卫勤保障训练的创新与发展^[16-17]。

[参考文献]

- [1] 方驰华,周五一,钟世镇.虚拟人研究现状及展望[J].中华外科杂志,2004,42(15):953-955.
- [2] 陈瑶,桂莉,顾申,等.虚拟现实技术在医学中的应用及对野战救护培训的启示[J].解放军护理杂志,2009,26(10):38-40.
- [3] 赵群,娄岩.医学虚拟现实技术及应用[M].北京:人民邮电出版社,2014.191-203.
- [4] 孙小闵,敖剑,李军.基层卫生机构战救医学模拟训练的探索[J].武警医学,2017,28(4):420-421.
- [5] 于健,贾世宇,潘振宽.虚拟手术中模拟软组织切割的混合弹性模型[J].计算机仿真,2007,24(4):225-230.
- [6] 吴东.三维虚拟截骨手术仿真与测量算法的研究[D].青岛:青岛大学,2010.
- [7] 徐军,王厚力,王仲,等.功能性血流动力学监测[J].中国医学科学院学报,2008,30(2):214-217.
- [8] 张治刚.用于爆炸防护分析的人体胸部有限元模型研究[D].重庆:第三军医大学,2008.
- [9] 焦培峰,原林,陆云涛,等.虚拟中国人女性一号图像数据的配准[J].第一军医大学学报,2003,23(6):532-534.
- [10] Wang Y, Xiong Y, Xu K, et al. vKASS: a surgical procedure simulation system for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Comput Animat Virt Worlds, 2013, 24(1): 25-41.
- [11] 许彦劼,夏明.虚拟现实技术在医学中的应用[J].东南国防医药,2018,20(2):164-167.
- [12] Crane K, Weischedel C, Wardetzky M. Geodesics in heat: a new approach to computing distance based on heat flow[J]. ACM Trans Graph, 2013, 32(5): 152.
- [13] 冯逸飞,刘辉,徐铮.关于虚拟现实技术在医学教育中应用的思考[J].课程教育研究杂志,2015(26):11.
- [14] 马骏涛,牛晓芳,祝茜,等.美军利用虚拟现实技术进行心理疾患防控对我军的启示[J].东南国防医药,2017,19(5):550-553.
- [15] 范晓明,夏照帆.虚拟现实技术在军事医学领域中的应用[J].中华医学杂志,2016,96(24):1948-1950.
- [16] 苏义,杨国斌,徐晓莉,等.非战争军事行动医疗救援中的伦理学问题[J].医学研究生学报,2010,23(12):1292-1294.
- [17] 孔悦,周文光,黄榕,等.战救护理技术平战结合训练模式分析[J].东南国防医药,2009,11(1):68-69.

(收稿日期:2018-05-17; 修回日期:2018-06-08)

(责任编辑:叶华珍; 英文编辑:朱一超)