

技术方法

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.000430

构建辅助命案现场重建的法医学专家系统

幸 宇,邢 扬,王体春,何 锐,傅译萱,邓世雄

(重庆医科大学基础医学院 法医学与生物医学信息研究室,重庆 400016)

【摘要】目的:开发基于命案现场重建的法医学专家系统,对现场重建工作进行辅助。**方法:**系统以.NET 为开发综合平台,采用知识辅助设计系统(knowledge aided design system,KADS)方法,把领域知识划分成领域层、推理层和任务层三个不同的层次,以 SQL SERVER 构建的数据库,PROTEGE 构建本体知识库为基础,以 CLIPS 构建推理模型为核心,以 LOADRUNNER 对软件进行测试分析,精炼和优化数据库及推理机制。**结果:**专家系统通过综合现场勘查和尸体检验等信息采集,来模拟专家思维推理,对死亡原因、死亡时间、死亡方式和性质等进行判断,对作案人数和作案方式等给出参考意见。**结论:**专家系统可较为客观公正地应合实践工作的需求,也可以在法庭上为控辩双方展示案件真相和验证物证的可信度,以及用于对法医学专业的学生进行模拟训练。

【关键词】法医学;专家系统;人工智能;命案现场**【中图分类号】**DF795.4**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2014-09-25

Construction of forensic medical expert system assisting reconstruction of murder scene

Xing Yu, Xing Yang, Wang Tichun, He Rui, Fu Yixuan, Deng Shixiong

(Laboratory of Forensic Medicine and Biomedical Information, Collage of Basic Medical Science, Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To develop a forensic medical expert system assisting crime scene investigation. **Methods:** NET development platform was taken as the basis; methods of knowledge aided design system(KADS) was used, and the domain knowledge was classified into three levels: domain, inference and task. The data base was constructed with SQL SERVER. The ontology knowledge base was constructed with PROTEGE. The core of inference model was constructed with CLIPS. LOADRUNNER was employed to analyze the system in order to refine and improve the database and inference mechanism. **Results:** The forensic expert system can produce instructive opinion through gathering information from the scene and autopsy outcome. By simulating inference, the system can provide ideas related to cause of death, death time, manner and nature of death. Furthermore, the system can provide consultation on the number of suspects and manner of a crime. **Conclusion:** The expert system can provide objective opinions for practical work. It also can manifest the truth and the credibility of evidences. Moreover, it can provide simulation training program for forensic medicine students.

【Key words】forensic medicine; expert system; artificial intelligence; crime scene

“专家系统”也称为基于知识的系统,是一种智能的计算机程序,由于应用范围广泛,能产生巨大的经济效益,现已成为人工智能的研究前沿之一。首个专家系统于 1968 年由 Stanford 大学 Feigenbaum 教授等开发,是一种具有领域内大量知识和经验的程序系统,应用人工智能技术,模拟人类专家求解领域专家才能求解的复杂问题,其系统设计以数据库和推理机为中心。专家系统的发展在历经三个阶段的发展

后,现已开始采用大型多专家协作系统、多种知识表示、综合知识库、自组织解题机制、多学科协同解题与并行推理、专家系统工具与环境、人工神经网络知识获取及学习机制等最新人工智能技术来实现具有多知识库、多主体的第四代专家系统。在法医学方面,国内有作者^[1]尝试创建专家系统对人体骨骼进行个人识别。然而针对现场重建和法医学领域的专家系统,由于其学科涉及范围广、跨度大,目前的研究实践非常有限,罕有报道。

随着我国法制建设的进步,司法活动日益重视证据的重要性,并对科学技术提出了更高的需求。对命案现场的重建,一方面能有效地为刑侦人员锁定犯罪嫌疑人,提供侦查方向和线索,另一方面也应合了法治的需要。系统、科学和规范的

作者介绍:幸 宇,Email:ydeedyx@gmail.com,

研究方向:法医学。

通信作者:邓世雄,Email:dengshixiong1963@163.com。

基金项目:重庆市沙坪坝区社会发展领域科技项目(编号:201303)。

优先出版:http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13406/j.cnki.cyx.000430.html

现场重建理论形成于 20 世纪 90 年代初^[2],包括了科学的现场分析、现场痕迹证据的解释和物证的实验室检验,以及相关信息的系统研究和原理的逻辑形成^[3-4]。对命案现场的重建过程主要包括了对现场物证的识别、记录、收集、评价、做出假设并验证,最后完成重建等步骤^[5]。重点在于解决“发生了什么?”和“怎么样发生的?”,从而为推断犯罪动机、刻画嫌疑人提供基础。重建包括了特定案件、事件和物证的重建。命案现场重建需要包括侦查、现场勘查、犯罪学家、心理学家和法庭科学家等跨专业学科的团体参与。在此基础上本研究提出开发法医学专家系统,对命案现场的重建工作提供辅助。

1 法医学专家系统的设计构造

本研究旨在开发法医学专家系统,通过计算机辅助综合运用包括物理学、计算机科学、生物信息学及法医学等多学科的知识,以辅助命案现场的重建。通过建立人机交互界面、学习和调试模块,构建一种启发性、透明性和灵活性的机制,以保证在输入信息不足时,能够主动向用户索取,或使用启发式的知识进行判断、推理和联想,并对用户做出指导;另一方面,保证系统能不断接纳新的知识,从而确保系统内知识不断增长以满足研究的需要。专家系统平台的构建包括了数据库、推理机、人机界面和运行模块等(图 1)。

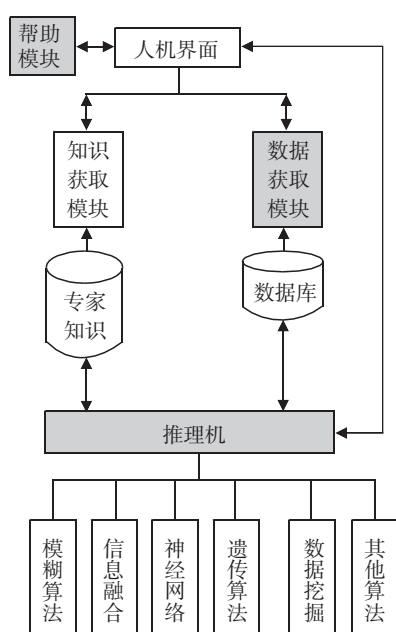


图 1 法医学专家系统构架示意

Fig.1 Frame of forensic expert system

1.1 数据库的构建

数据库包括静态、动态数据库及专家知识库。静态数据库包括了相对稳定的参数,如人体各种器官质量的正常值,血液内生化学因子的正常参考值等;动态数据库则是在检验中发现的相应参数。知识库是专家领域知识的集合,知识库的模型不仅要符合专家诊断系统推理的思维,同时又要具备不断自我扩充的能力。

数据库的构建是把法医学专业知识(以及与命案现场重

建有关的知识)转化为代码存入计算机,即将相关领域知识转化为计算机内部的表示形式(包括了概念化、形式化和符号化),建立知识与表达之间的映射关系,以便进行处理。本项目基于知识辅助设计系统(knowledge aided design system, KADS)方法,把领域知识划分成领域层、推理层和任务层三个不同的层次,分别对应着数据库系统静态视图、功能视图和动态视图,采用 SQL SERVER 构建数据库。对数据库结构层次的划分使数据库的可维护性大大提高,并使数据的可重用性成为可能。建立数据库首先需要设计相关的知识本体(本体是指某一知识领域的概念及相互关系的统一、正规、明确的表述,即对共享概念形式化的、明确的表述),在本项目中,利用该知识模型使领域层对应法医学的领域数据库,即领域本体;推理层对应重建中的各种推理策略和侦破模型;任务层是对应的现场重建等任务及其分解。本项目建立本体的过程分为 2 个阶段:①用自然语言和图表或规则来描述领域模型,形成本体原型;②使用知识表示语言把本体模型进行编码,形成便于人们交流、无歧义的可被软件解释的本体。通过采用 protege4.1 建立法医学领域本体数据库,采用 W3C 标准网络本体语言(web ontology language, OWL)语言解析,并用 CLIPS 语言进行产生式规则的前向推理,protege4.1 构建本体 Racer 推理机进行局部推理,还可验证所建立本体是否有冲突、冗余等问题,即是否建立了正确的知识本体。用本体不仅建立了公认的、共享的知识表示和存储形式,而且正因为本体的这些优势,也可方便重用和拓展,前期工作已证明了该方法的可行性和效性,见文献[6-8]。另外,计划在知识库中特别构建一个包括各种经典案例的实例库,以供推理机使用遗传算法进行比对。

1.2 专家系统的推理机构建

推理机是专家系统的组织控制机构,也是最为核心的部分,用于控制系统的运行过程及推理,它直接关系到系统的“智能”程度。因而寻找和建立适用于现场重建要求的法医专家系统的推理算法和策略,是本研究的重中之重。

针对不同的现场,如血及血痕分布模式的现场,枪弹伤现场,使用绳结的现场,车祸现场等,应设计不同的推理机制。推理机的实现采用组件对象模型(component object model, COM) 插件技术。每一个推理机封装成一个 COM 组件,并且所有的推理机 COM 暴露统一的接口,以方便框架程序的调用以及推理机组件的更新和扩充。在专家系统平台启动时,系统首先自动查找所具备的推理机 COM 组件,对其进行注册和加载。运行时系统显示可用的推理机 COM,用户在录入现场采集的数据或设置算法及背景变量时,系统就能调用相应的推理机组件供用户使用。

推理机所使用的模型、规则和算法大体包括:基于树形结构(如决策树)的模型,基于阈值计算的模型、模糊算法、信息融合算法、神经网络信息融合算法、遗传算法及其它特殊算法等。由于模型和算法等较多且专业性很强,仅简单举例如下:例如可利用树形结构(如决策树)构造出一系列的逻辑判断树,用于人体结构、功能特征及损伤后的反应和尸体现象分析。又如神经网络能通过对样本(给定的已有物证或案例)的学习训练,不断改变网络连接权值以及拓扑结构,以使网络的输出不断地接近期望的输出,可用于机器学习新的知

识。本项目神经网络主要用来进行分类物证线索、估计判断和预测可能证据与因果等方面。遗传算法则通过对几类若干样本(如经典案例、安全分析规则、参数等)的学习,可以得到相应规则或案情推断的参数,进而用学习的参数对现场进行专家分析,可很好的反映案件与实例进行对比的相似性。该算法模型不需要专家提供具体的形式化的知识,只需要大量相应案例,即以一定的相应样本训练直到参数稳定下来即可。

1.3 人机界面及帮助模块的构建

人机界面主要涉及到为用户提供数据录入的接口和对数据处理结果进行输出,显示现场重建的意见或需要进一步完善的检查。界面采用图形界面方式,包括了基本信息的录入区,环境参数录入区,现场图形录入区,现场发现物证录入区,尸体检验所见和结果录入区,现场种类选择区,帮助信息区,并提供“向导”模式和“高级”模式,以方便用户使用。对该模块的构建,主要采用.NET 作为开发工具,NET 是微软的操作平台,允许在其上构建各种应用方式,并打破目前计算机、设备、网站、各大机构和工业界间的障碍。由于采用了通用的强大的.NET,因此采用可集成的 CLIPS 推理,在图形界面开发方面选用.net 的 C# 窗体设计等来开发图形用户界面。

1.4 调试、精炼数据库和优化推理模型

由于现场多种多样,针对不同的现场重建类型,所使用的推理机模型也不尽相同,因而有必要通过系统的自学习机制和人工调试,对数据库进行精炼,并对不同推理模型的输出结果进行评估,以选取能够针对现场重建类型的最优化的模型。系统的自学习以神经网络学习为例,将输出层出现的与事实不符的误差,归结为连接层中各神经元的连接权及阈值的过错,通过把输出层神经元的误差逐层向输入层逆向传播,以分给各连接神经元,从而可算出各连接点的参考误差,并根据此对各连接权进行相应的调整,使网络达到适合要求的输出,实现训练模式对 $A(k) \rightarrow C(j)$ 的映射 ($k=1, \dots, m; j=1, \dots, n$)。对于经过多次自学习仍不能纠正的误差,则采取专家人式调试的方法,对推理的机制重新进行梳理和调整。

在初步建立专家系统的基础上,应用不同的推理机模型对 100 例左右命案现场进行重建,通过采用 LOADRUNNER 对软件进行测试,比较验证不同模型对解决命案现场的诊断正确率;对推理过程进行监控,标定数据库的冗余特征值和无效值,以精炼数据库。

2 小 结

目前我国刑事案件数量增长迅速,不法分子作案手段日趋智能化、专业化,另一方面,由于我国的法医学制度及教育模式的特点,大量一线法医工作者理论和(或)实践经验不足,缺乏对命案现场的大局观,同时技术手段陈旧落后,缺乏新的技术装备,在检验过程中难免发生疏漏,从而造成一些关键性的物证被忽视甚至被破坏,直接影响到案件的顺利侦破^[9]。疑难案件中,法医学专家的参与将为命案侦破工作提供有力的帮助;除参与现场勘查,还要对尸体进行法医学检验以明确诸如死亡原因、死亡方式、死亡时间及个人识别等命

案中至关重要的问题,故而法医学专家对命案现场进行分析和重建具有很大的优势^[10]。但是,由于受到案发地点、时间及专家个人原因等诸多因素的限制,法医学专家可能无法第一时间参与案件的调查。所以提出了开发法医学专家系统以辅助命案现场重建,该系统以大量的法医学专家知识和经验为基础,通过对现场的图像重建、图像挖掘、综合现场勘查和尸体检验结果等信息的采集,模拟专家思维进行推理,必要时还可以随时调用各种应用程序,运行过程中向用户索取必要的信息,最终帮助客观地进行现场重建。它的优点在于能够模拟专家思维,系统高度集成且便于使用,正确率高,有望能达到甚至超过专家水平,不受金钱因素、人情因素、个人偶然因素(酗酒、生病等)及人为因素的干扰。该系统主要面向具有一定法医学基础知识的基层用户,紧密应合实践工作的需求;也可以在法庭上为控辩双方展示案件真相和验证物证的可信度^[11-14],另外也可以用于对法医学专业的学生进行模拟训练。

参 考 文 献

- [1] 邱小杉,董 峰,邱凤章,等.法医人体骨骼个人识别专家系统的研究[J].数理医药学杂志,1995,8(2):163-165.
- [2] Bevel T.Crime scene reconstruction[J].Journal of Forensic Identification,1991,41(4):248-254.
- [3] 李昌钰.论犯罪现场重建[C].侦查论坛(第一期).北京:中国人民公安大学出版社,2002.
- [4] Lee H.Crime Scene Investigation[M].Taiwan:Central Police University Press,1994:191-205.
- [5] Daryl W.Clemens.Introduction to crime scene reconstruction for the criminal profiler[J/OL].MAFS newsletter, April 1998;27(2).http://www.cienciaforense.com/Pages/CrimeScene/CSReconstruction.htm.
- [6] 王体春,韩永国.基于本体的课程学习系统设计[J].兵工自动化,2007,26(2):58-59,64.
- [7] 王体春,韩永国.本体复用语义导入方法的研究与设计[J].自动化与仪表,2008,1(1):8-10.
- [8] 唐海英,王体春.基于本体的个性化协同推荐[J].计算机与网络,2011,6(16):56-58.
- [9] 幸 宇,糜 薇,徐 昉,等.我国法医学专业就业前景分析及对策[J].西北医学教育,2009,17(2):278-280.
- [10] 闵建雄.命案现场重建概论[M].北京:中国人民公安大学出版社,2006:1-31.
- [11] Brent E.Turvey.Forensic fraud:evaluating law enforcement and forensic science cultures in the context of examiner misconduct [EB/OL].http://epublications.bond.edu.au/theses/66/,2014-09-29.
- [12] Deng LF,Gan P,Zhou J,et al.Image hiding and mining based on the subsection Zadeh-x transform[A].ICCET2010[C],2010.
- [13] Deng LF,Xiong XL,Zhou J,et al.Fatigue detection system based on infrared video pupillography[A].ICBBE2010[C],2010.
- [14] Xiong XL,Deng LF,Zhang Y,et al.Objective evaluation of driver fatigue by using spontaneous pupillary fluctuation[A].ICBBE2011[C],2011.

(责任编辑:唐宗顺)