

乒乓球技战术分析决策支持系统的设计与实现

王 菁

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

摘 要:技战术运用是乒乓球等隔网对抗性运动项目中至关重要的环节,运用现代计算机技术,研究和开发相应的技战术采集分析与决策支持系统,能够极大地改进和提高技战术分析的效率和质量;其次运用关联特征分析和序列模式挖掘等数据挖掘技术,从大量的、无序的数据中发现潜在有用信息,可为今后的练习、比赛及训练计划制定提供具有重要指导意义的决策支持。文中介绍了基于多媒体的乒乓球技战术采集分析与决策支持系统的设计方案,并就其中关键技术进行展开说明。

关键词:技战术;决策支持;计算机辅助

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)02-0064-04

Design and Implementation of Technique and Tactics Information Analysis and Decision Support System for Table-Tennis

WANG Jing

(College of Electronics and Information Engineering, Tongji University,
Shanghai 201804, China)

Abstract: The exertion of technique and tactics is the key point in net antagonistic event competitions such as table-tennis. Studying and developing the relevant collection-analysis and decision support system is significant, firstly it can greatly improve the efficiency and quality of the analysis of technique and tactics information; secondly with the techniques of association rules analysis and sequence pattern digging, finding the potential but useful information from a mass of disordered data, can provide a significant decision support to future daily trainings, matches and training plans. This paper suggests the design scheme of the technique and tactics information collection-analysis and design support system for table-tennis, based on multimedia, and gives out the description of core techniques.

Key words: technique and tactics; decision support; computer-aided

0 引 言

乒乓球属于竞技体育中的隔网对抗项目,具有复杂的技战术体系,在比赛中能否灵活运用技战术是决定胜负的主要因素^[1]。目前,国内外对抗性项目比赛技战术分析更多的是依靠教练员和专家的经验,通过传统的比赛观察与统计分析、反复观察来发现对手的技战术特点。这种方法不但费时费力,而且还会遗漏许多重要的比赛细节和技战术特征信息。同时,由于传统比赛技战术分析方法在数据采集方面的非连续性和非系统性,很难在现有的统计基础上做进一步的数

据挖掘。

随着计算机技术的发展和运用,在运动训练领域引入计算机辅助手段逐渐成为一种趋势^[2]。基于多媒体的计算机交互式数据采集系统不但具备传统比赛技战术分析的优点,且信息量大、表现形式形象生动,大大减少了人工数据采集的工作量,并能自动进行数据统计分析,简便、快速、省时省力。我国国家游泳队和跳水队已经开发了自己的运动训练管理信息系统,并投入实际运用^[3]。

随着系统的使用,数据库中积累的数据量急剧增加,大量的数据背后隐藏着许多重要信息。数据挖掘(Data Mining)又称“基于数据库的知识发现”,是从数据中识别出有效的、新颖的、潜在有用的、以及最终可理解的模式的高级过程^[4]。决策支持系统(Decision Support System, DSS),由美国麻省理工的 Michael S. Scott Morton 和 Peter G W. Keen 在 20 世纪 70 年代首

收稿日期:2009-05-19;修回日期:2009-08-12

基金项目:“十一五”国家科技支持计划《科技奥运专项》基金资助项目(2006BAK12B03);上海市教委理科重点科研项目(06ZZ53)

作者简介:王 菁(1985-),女(回族),湖北襄樊人,硕士研究生,研究方向为计算机应用;导师:汪海航,教授,博士生导师,研究方向为电子商务、计算机网络安全。

次提出^[5]。运用数据挖掘技术,建立相应决策支持系统,为决策者提供分析问题、建立模型、模拟决策过程和方案的环境,调用各种信息资源和分析工具^[6],进行深层次数据分析,可找出数据中隐藏的联系,提取有用的信息,帮助决策者提高决策水平和质量,其决策支持对今后的训练、比赛以及训练计划制定具有重要指导意义。这类应用在现有的计算机辅助运动训练软件中是比较少见的,有较强的研究价值。

因此,在现有的技战术研究水平的基础上,运用现代计算机技术研究与开发相应的多媒体技战术数据采集、智能处理与分析系统,是十分必要的。文中介绍了基于多媒体的乒乓球技战术采集分析与决策支持系统的设计方案与关键技术,在实际应用中具有十分重要的意义。

1 系统总体架构

1.1 系统总体设计

基于多媒体的乒乓球技战术采集分析与决策支持系统(以下简称“系统”)可采集乒乓球比赛各种技战术信息,并在数据与视频信息之间进行关联。技战术分析的基础是比赛观察,系统采用经典C/S设计架构,客户端(Client)以比赛视频作为原始输入,经过数据采集、统计分析、数据挖掘等处理流程,并与服务器端(Server)的数据库产生数据交换,最终结果以图表和经过处理的视频的形式反馈给教练员和运动员,操作简便,结果清晰、直观、生动。系统的总体结构与信息流程设计如图1所示。

整个系统可分为五个基本模块,包括:视频处理模块、数据采集模块、统计分析模块、决策支持模块和基本信息管理模块,每个模块涵盖若干相应子功能。系统软件结构功能图如图2所示。

1.2 系统开发与运行环境

开发环境采用 Visual C++ 6.0,需要 Windows Media Format 9.5 SDK 的支持。数据库采用 Microsoft SQL 2000。客户端软件能够支持 Windows 2000、Windows XP 等操作系统的各版本,推荐 Windows XP 系统。

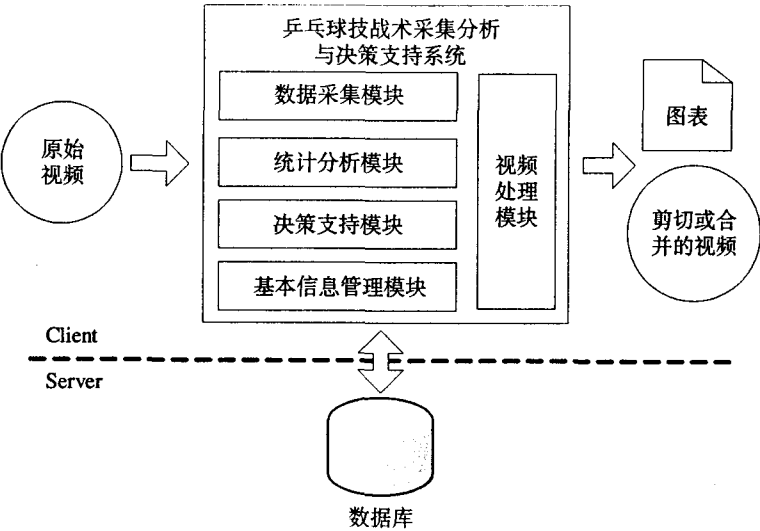


图1 系统结构与信息流程图

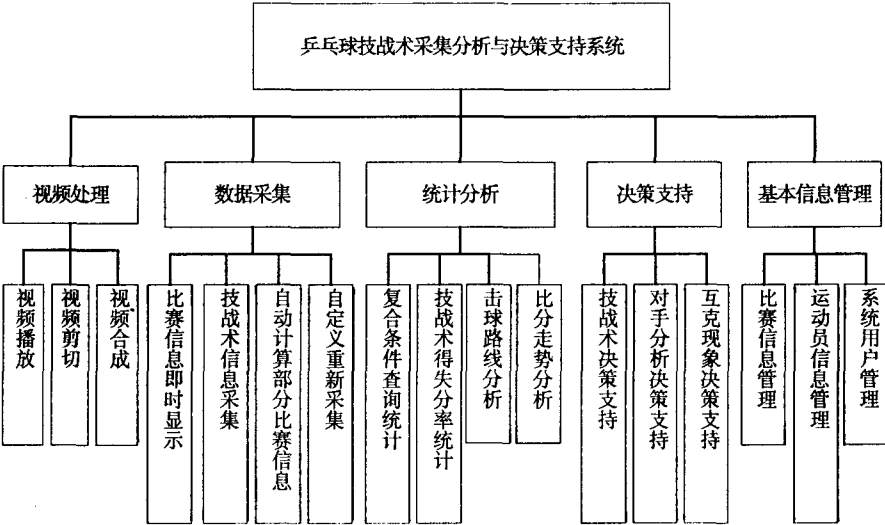


图2 软件结构功能图

2 核心模块详细设计

系统五个模块中,基本信息管理模块主要功能是对静态信息的增删查改,视频处理模块的主要功能在于对比赛视频文件播放、剪辑、合成等专项处理,以上两个模块的设计和实现难度都较低,文中不做展开论述。数据采集模块、统计分析模块和决策支持模块是系统的功能主体模块,在设计上比较复杂,以下对这三大模块的设计方案分别展开详细论述。

2.1 数据采集模块

隔网对抗项目技战术分析的基础是比赛观察,即研究人员(非比赛参与者)借助于摄像机、录像带等媒体将比赛过程尽可能客观、完整地按照预先制定的观察指标系统记录下来,在赛后为各种数据统计分析、处理提供数据来源。

根据隔网对抗项目比赛特点和乒乓球技战术分析

需要,数据采集设计思路如下:

系统以一次击球为观察单位,对运动员每一次击球的位置、落点、战术、技术、效果、比分等信息进行采集,以便为后续分析和深层次技战术数据挖掘提供数据资料。同时系统还将调用视频处理模块,记录每一次击球的视频位置,使得所记录的技战术数据与比赛视频相关联,实现技战术数据分析与比赛视频演示相统一。

该模块界面主要包括视频窗口、模拟球台和技战术指标按钮三个部分。其中击球落点是通过点击模拟球台相应的区域来完成的,其它技战术信息是通过点击技战术指标按钮进行采集录入。

2.2 统计分析模块

在数据采集的信息基础上,统计分析模块可对数据进行查询、统计、分析,并以多种形式反馈给用户,统计分析模块包括如下功能:

(1) 复合条件查询统计:查询符合特定技战术特征组合的击球,对其进行击球技术统计,并允许用户对查询结果所对应视频进行播放、调序、剪切、合并导出等二次处理;

(2) 技战术得失分率统计:统计一场球内各阶段所用技术的使用频度和得失分率,如某位选手在某场球中接发球阶段使用摆短击球技术的次数、得分数、失分数,以及得失分率;

(3) 击球路线分析:以图像模拟的形式,分析比赛中某位选手在任一阶段、采用任一技术,造成任一得失分结果的击球轨迹,并在模拟球台上用不同颜色模拟出相应的击球路线;

(4) 比分走势分析:分析某场比赛中双方选手的得分动态走势,绘制比分走势折线图。统计分析模块各项功能所对应的反馈形式如表 1 所示。

表 1 统计分析模块主要功能及反馈形式

功能描述	反馈形式
复合条件查询统计	简明的表格、处理过的视频
技战术得失分率统计	Excel 文件
击球路线分析	图像模拟
比分走势分析	折线图

2.3 决策支持模块

决策支持模块的基本设计思想,是在采集了大量世界优秀乒乓球运动员比赛技战术数据的基础上,运用关联规则挖掘算法和序列模式挖掘方法,根据乒乓球比赛技战术的数据属性,以击球落点、击球位置和击球技术为对象,按照发球轮和接发球轮分别进行挖掘。并根据乒乓球比赛自然时间序列特点,运用时间序列模式进行研究,主要考察某个比赛行为序列与得失分

之间存在的关系。

该模块能够提供三方面的决策支持,即技战术决策支持、对手分析决策支持和互克现象决策支持。其中,技战术决策支持是基础,后两者都建立在其上。

(1) 技战术决策支持。

技战术决策支持以选定的一名选手为研究对象,选择该选手参与的若干场比赛作为技战术数据挖掘的数据源,并可根据研究分析的需要,在进行技战术数据挖掘前,先对球台划分进行各种区域合并,如将正手、反手、中路分别进行短球中长球合并(6 区模式之一),或将正手、中路的短球中长球全部合并、正手、中路的长球区域合并(4 区模式之一)。

(2) 对手分析决策支持。

对手分析挖掘与基本技战术挖掘流程基本相同,区别在于对手分析挖掘关注对手之间的技战术运用情况和得失分规律。对手分析决策支持以选定的一对选手为研究对象(对手),以两选手各自单独参加的比赛和两选手对决的比赛作为挖掘数据源。

(3) 互克现象决策支持。

“互克现象”是指在乒乓球运动中三方运动员之间相互克制关系,即选手 A 胜选手 B,选手 B 胜选手 C,选手 C 又胜选手 A 的情形。互克现象决策分析的研究,可发掘选手之间潜在的牵制关系,对比赛时的战术策略提供指导性参考。互克现象决策支持的挖掘流程与技战术挖掘流程基本相同,区别在于互克现象决策支持以待考察的三位选手为研究对象,以三方互克的比赛为数据源,即 A 胜 B 的比赛、B 胜 C 的比赛和 C 胜 A 的比赛。

3 关键技术

在系统设计实现过程中,如何进行数据挖掘、提供决策支持是技术上的核心和难点。如 2.3 节所述,系统采用了关联规则挖掘算法和序列模式挖掘方法来实现,以下对这两种关键技术分别展开论述。

3.1 乒乓球技战术的关联特征分析

所谓关联规则,是形如 $A \Rightarrow B$ 的逻辑蕴涵,其中 A, B 是数据项集合(项集),对于事务集 D ,有 $A \in D, B \in D, A \cap B = \emptyset$ 。一般用支持度(Support)和可信度(Confidence)两个参数描述关联规则的属性,支持度描述了 A 和 B 这两个项集在所有事务中同时出现的概率,可信度即“值得信赖性”:表达的是在出现项集 A 的事务集 D 中,项集 B 也同时出现的概率^[7]。具体可表示为:

$$\text{Support}(A \Rightarrow B) = P(A \cup B)$$

$$\text{Confidence}(A \Rightarrow B) = P(B | A)$$

满足最小支持度阈值 \min_sup 和最小信任度阈值 \min_conf 的关联规则被称为强规则(Strong Rule)。关联规则的挖掘问题就是在大型数据库中找出这些强规则。

关联规则挖掘算法主要包括以下两个步骤:

步骤 1:找出存在于大型数据库中的所有频繁项集 X 。 $Support(X) \geq \min_sup$ 。

步骤 2:利用频繁项集生成强关联规则。对于每个频繁项集 X ,有项集 Y 满足 $Y \subset X, Y \neq \emptyset$,且 $Confidence\{Y \Rightarrow (X - Y)\} \geq \min_conf$,则构成关联规则 $Y \Rightarrow (X - Y)$ 。

根据乒乓球比赛规则和技战术分析需求,主要寻找以下技战术关联关系:

(1) 发球轮:第 1 拍→第 2 拍→第 3 拍击球落点/击球位置/击球技术与得失分关系。

(2) 接发球轮:第 1 拍→第 2 拍→第 3 拍击球落点/击球位置/击球技术与得失分关系。

3.2 乒乓球技战术的序列模式挖掘

在关联规则挖掘的 Apriori 算法的基础上,Agrawal 和 Srikant 提出了序列模式的挖掘算法 AprioriAll。序列模式描述基于时间或其他序列的经常发生的规律或趋势,并对其建模^[8]。序列模式指给定一个由不同序列组成的集合,其中每个序列由不同的元素按顺序有序排列,每个元素由不同项目组成,同时给定一个最小支持度阈值,序列模式挖掘就是找出所有的频繁子序列,即该子序列在序列集中的出现频率不低于指定的最小支持度阈值。序列模式挖掘流程一般可分为数据采集、数据分析、排序阶段、大项目集阶段、转换阶段、序列阶段和最大序列阶段。

乒乓球比赛技战术分析序列模式挖掘的基本思想是:根据乒乓球比赛的规则可将比赛的实际动作序列以一组按时间顺序排列的技战术序列的形式来表示。如表 2 所示。

表 2 实际动作序列转换为技战术时间序列示例	
实际动作序列	运动员 A 反手发球至运动员 B 反手区台面 →
	运动员 B 用反手弧圈接发球至运动员 A 正手区台面 →
	运动员 A 正手弧圈球反拉至运动员 B 正手区台面 →
	运动员 B 正手弧圈球反拉失误
技战术时间序列 {A 反手发球,B 反手区反手弧圈, A 正手区正手弧圈,B 正手区正手弧圈}	

在此基础上,利用大项集搜索算法计算大项集,作为一阶大序列,然后依次搜索所有阶的大序列,最后从大序列中删除子序列,最终得到序列模式。按照上述规则采集该运动员在比赛中所有的得失分技战术序

列,然后通过数据挖掘算法找出序列模式,以寻找重要得分手段和技术薄弱环节。

4 结束语

分析了传统比赛技战术采集分析方法的不足之处,在此基础上提出了运用现代计算机技术的计算机交互式数据采集和决策支持方案,并详细介绍了分析挖掘的关键技术,具有一定创新性、较强的应用价值和现实意义。

在此基础上,还可以在如何加强系统账户安全性和数据库访问安全性方面作进一步研究和改进,例如:在登录时增加注册验证环节,防止系统被非法拷贝使用等。

参考文献:

[1] 虞丽娟,张 辉,凌培亮,等.隔网对抗项目比赛技战术分析的理论与方法[J].上海体育学院学报,2007,31(3):48-53.

[2] Qin Fengzhen. Implementation of tennis sports loading computer-aided system based on B/S mode[C]//Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cybernetics. [s.l.]: IEEE Press,2007:4135-4138.

[3] 姜 明,崔 巍,张 毅,等.跳水运动员训练管理信息系统的设计与实现[J].计算机工程与应用,2001(16):131-134.

[4] Fayyad U, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P. Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework [C]//Proceedings of Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining(KDD-96). [s.l.]: AAAI Press.1996:82-88.

[5] Gorry G A, Scot Morton M S. A framework for Management Information Systems[J]. Sloan Management Review,1971,13(1):55-70.

[6] 李江峰.基于联机分析和数据挖掘的决策支持系统的研究与应用[D].杭州:浙江工业大学,2006:58-59.

[7] 蔡伟杰,张晓辉.关联规则挖掘综述[J].计算机工程,2001,27(5):31-34.

[8] 王光宏,蒋 平.数据挖掘综述[J].同济大学学报:自然科学版,2004,32(2):246-253.

(上接第 63 页)

[8] Gal E, Toledo S. Algorithms and data structures for flash memories[J]. ACM Computing Surveys, 2005,37(2):138-163.

[9] SAMSUNG Corporation. S3C2416 用户手册[DB/OL]. 2008-05. <http://download.csdn.net/sort/tag/s3c2416>.