

隔网对抗项目技战术智能决策支持系统研究

孟宪明, 凌培亮, 宫新荷

(同济大学机械工程学院, 上海 200092)

摘 要: 根据技战术分析在隔网对抗项目训练和比赛中的作用, 构建基于数据挖掘的隔网对抗项目技战术分析智能决策支持系统(DM-IDSS)。介绍 DM-IDSS 的集成机制、决策推理、设计与实现, 对隔网对抗项目技战术分析进行系统研究。案例分析结果表明, 该系统从历史数据中提取出的知识, 对于隔网对抗项目技战术决策有一定的参考价值, 其推理预测结果具有较高的准确度。

关键词: 数据挖掘; 决策支持系统; 隔网对抗项目; 乒乓球技战术; 蚁群算法; 决策推理

Research on Techniques and Tactics Intelligent Decision Support System of Net Antagonistic Event Competitions Project

MENG Xian-ming, LING Pei-liang, GONG Xin-he

(Mechanical Engineering College, Tongji University, Shanghai 200092, China)

【Abstract】 For the important role of techniques and tactics analysis on the training and competition of the net antagonistic event competitions project, it is the first time for the study to build the Intelligent Decision Support System based on Data Mining(DM-IDSS) of the project in techniques and tactics analysis. The integrated mechanism of DM-IDSS, decision-making inference as well as design and implementation are introduced. Results of case study show that the knowledge extracted by DM-IDSS from history data can provide valuable suggestions and directive function for tactics intelligence decision support of the net antagonistic event competitions project, and its inference results have well accuracy.

【Key words】 data mining; decision support system; net antagonistic event competitions project; table tennis techniques and tactics; ant colony algorithm; decision inference

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.21.040

1 概述

隔网对抗项目(乒乓球、羽毛球、网球、排球)技战术分析^[1]的对象比较复杂, 包括国内外高水平的男女运动员; 技战术分析的数据、信息和知识非常多, 包括采集系统的数据、智能分析系统的信息、数据挖掘系统的知识等; 技战术分析人员类别非常多, 包括教练员、科研人员、运动员等; 信息的来源比较多, 包括比赛录像、本地数据库、知识库、网络资源、专家知识等。进行技战术分析对技战术分析人员要求非常高, 需要综合各种信息和知识, 借助先进的分析手段和分析方法, 才能够作出科学的、合理的、准确的技战术诊断方案, 提供给教练员帮助运动员进行训练和比赛。

目前, 困扰教练员和运动员进行技战术分析的最大问题就是没有一套完整的、科学的隔网对抗项目技战术分析系统为其进行比赛和训练时提供决策支持, 迫切需要构建一套隔网对抗项目技战术智能决策支持系统, 为教练员和

运动员比赛和训练提供多种决策方案, 帮助其针对不同对象、不同技战术态势采取不同技战术行为, 提高比赛的胜率和实现科学训练。针对上述问题, 本文提出一种基于数据挖掘^[2]的隔网对抗项目技战术分析智能决策支持系统(DM-IDSS)。

2 隔网对抗项目技战术智能决策支持系统

本文在分析隔网对抗项目技战术分析特点的基础上, 以信息采集、知识表示和知识获取为基础, 将改进的关联规则算法、蚁群算法^[3]、人工鱼群算法等应用于数据挖掘中, 建立相应的数据挖掘模型, 并通过对决策支持系统的知识库、规则库、决策推理、模型库等各个模块进行分析, 构建了一套功能强大、使用简单的基于数据挖掘的隔网对抗项目技战术智能分析决策支持系统, 用于隔网对抗项目技战术智能分析, 为教练员指导运动员进行训练和比赛提供决策支持, 其总体框图如图 1 所示。

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划基金资助项目(2006BAK12B03); 上海市科委重点科技攻关计划基金资助项目(072705128)

作者简介: 孟宪明(1976—), 男, 讲师、博士, 主研方向: 人工智能, 数据挖掘, 决策支持; 凌培亮, 教授、博士生导师; 宫新荷, 副研究员、博士研究生

收稿日期: 2011-12-16 **修回日期:** 2012-02-20 **E-mail:** mengxm@tongji.edu.cn

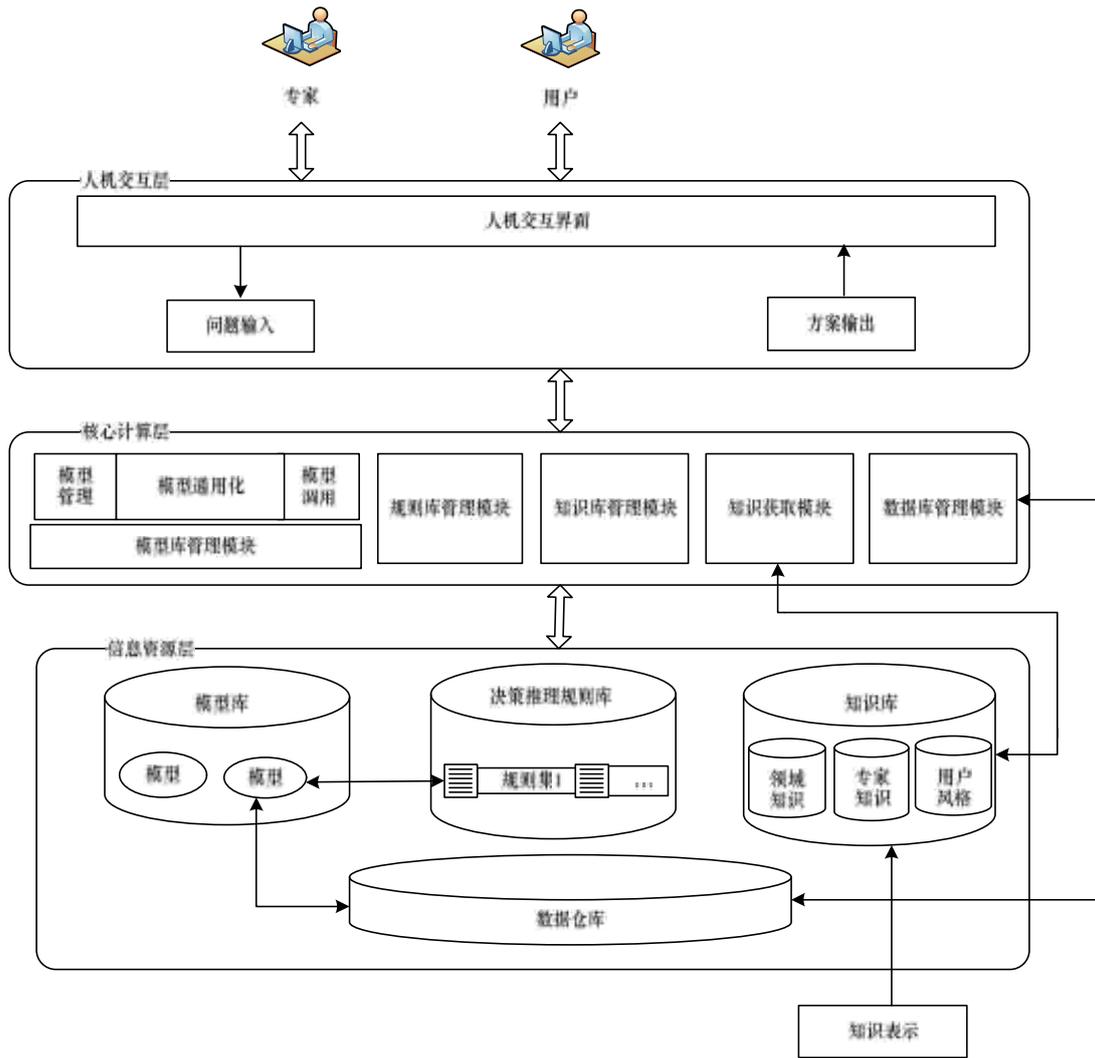


图 1 隔网对抗项目技战术智能决策支持系统总体框架

2.1 DM-IDSS 系统集成机制

隔网对抗项目技战术智能决策支持系统是通过专家系统的支持, 根据领域专家知识(比如教练员), 模仿人类专家思维, 进行分析推理来解决实际问题, 通过对知识表示、知识获取、数据挖掘过程模型(如 CRISP-DM^[4]模型和 Fayyad 模型)、决策推理机制和专家系统进行研究^[5-6], 构建一个以数据库和知识库为纽带对数据挖掘和智能决策支持系统进行集成的 DM-IDSS, 如图 1 所示。该集成机制主要由决策分析、数据处理、知识提取以及决策推理等 4 个阶段组成。所有阶段通过共享数据库及知识库进行通信和数据交换。

数据库是进行隔网对抗项目技战术分析的基础, 包括技战术信息数据库、技战术视频数据库、技战术专家知识数据库等, 数据库的信息的准确性、完整性和有效性及数据库数据量的多少直接影响了技战术分析的有效性, 因此, 必须保证数据库设计的合理性、科学性以及数据采集的准确性、完整性, 才能够为隔网对抗项目技战术智能分析提供有效、完整数据, 为此, 本文在研究隔网对抗项目技战术信息的特点以及技战术分析的特定需要基础上, 设

计和开发了基于动态区域网络的隔网对抗项目多媒体交互式数据采集系统和隔网对抗项目技战术分析专家知识获取系统。

知识库^[7]是进行乒乓球技战术分析的关键, 包括数据字典、案例库、模型库、规则库。数据字典用于存储与隔网对抗项目技战术决策相关的定义和描述信息; 案例库用于存储与隔网对抗项目技战术决策对应的历史数据; 模型库用于存储与隔网对抗项目技战术决策相关的预测模型; 规则库用于存储与隔网对抗项目技战术决策相关的规则。

2.2 DM-IDSS 决策推理技术

隔网对抗项目技战术智能分析决策支持系统的决策方案是对对方运动员运用技战术的态势, 本方运动员应采取的技战术行为策略, 决策推理从各类数据库、知识库中获取研究对象的各种比赛和训练的技战术信息和知识, 根据对方运动员技战术空间中的技战术状态, 不断地搜索匹配相应的技战术决策知识, 确定所应采取的技战术行为策略。下文以隔网对抗项目乒乓球为例进行介绍。

技战术的态势是指在比赛和训练中运动员当前所采取的路线、技术、位置等技战术信息。可以定义为 S , 即:

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_m)$$

其中, S_i 为第 i 拍的技战术信息; m 为拍数。

$$S_i = (S_{i1}, S_{i2}, S_{i3}, \dots, S_{in})^T$$

其中, S_{i1} 为落点编码信息; S_{i2} 为技术编码信息; S_{i3} 为位置编码信息; S_{i4} 为势态编码信息; S_{i5} 为效果编码信息; n 为技战术信息属性个数, 例:

$$S = \begin{pmatrix} 2 & 21 & 16 \\ 2 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & 12 \\ 2 & 3 & 6 \\ 4 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

该矩阵表示当前运动员技战术势态的三拍技战术信息, 也可以变换为名称矩阵, 即:

$$S = \begin{pmatrix} \text{本方发球} & \text{反手长球} & \text{中路长球} \\ \text{发球} & \text{弧圈球} & \text{弧圈球} \\ \text{发球} & \text{反手位} & \text{反侧身} \\ \text{发球} & \text{接发球} & \text{相持} \\ \text{中上旋} & \text{中下旋} & \text{中下旋} \end{pmatrix}$$

技战术行为是指在比赛和训练中对对方运动员的技战术势态, 本方运动员所应采取的路线、技术、位置等技战术行为策略。可以定义为 F , 即:

$$F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$$

其中, F_j 为第 j 拍的技战术信息; m 为拍数。

$$F_j = (F_{j1}, F_{j2}, F_{j3}, \dots, F_{jn})^T$$

其中, F_{j1} 为落点编码信息; F_{j2} 为技术编码信息; F_{j3} 为位置编码信息; F_{j4} 为势态编码信息; F_{j5} 为效果编码信息; n 为技战术信息属性个数。

F 是根据 S 的状态和需解决的问题, 通过知识获取, 选择合适的模型进行数据挖掘, 并对结果进行分析和推理, 得出科学的、合理的决策方案, 即:

$$F = f(S, P, R)$$

其中, P 表示势态要素的对象, 即运动员信息; R 表示需解决的问题; R_1 = “击球落点与得失分关系问题”; R_2 = “路线策略问题”; R_3 = “博弈互克现象”。

在决策推理过程中, 决策推理机^[8]是整个决策模型的关键部分, 控制着决策过程的运行。而推理方法又是决策推理机的核心, 其任务是模拟教练员的思维过程, 按照一定的推理策略控制并执行整个决策推理过程, 求得最终的决策结果。

2.3 DM-IDSS 系统设计与实现

由于隔网对抗项目乒乓球、羽毛球、排球均为我国的优势运动项目, 相关系统的研究、设计、开发首先要考虑安全性, 因此隔网对抗项目技战术智能决策支持系统开发, 既考虑系统可移植性、可维护性、可扩充性, 同时也考虑数据安全性, 数据采集及维护部分采用基于模块的 C/S 结构, 技战术分析及决策分析采用基于 Web 和 TJEE 架构的 B/S 结构, 既可以保证系统的安全性, 又满足隔网对抗项目技战术分析人员可以实时地在不同地方进行技

战术分析的需求。下文以隔网对抗项目乒乓球为例进行介绍。

(1) 系统主界面及架构

系统主界面如图 2 所示。



图 2 系统主界面

乒乓球技战术智能决策支持系统架构如图 3 所示, 可以分为界面层、功能层、数据层。数据层主要对数据库和知识库进行管理和维护, 功能层是系统的核心部件, 主要实现各项功能, 界面层主要是人机交互界面, 接受教练员和运动员的输入, 显示其相应的决策结果。

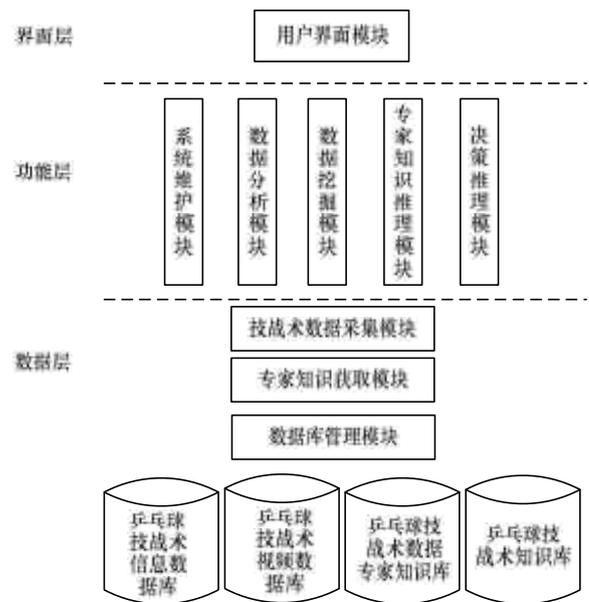


图 3 系统架构

系统架构模块如下:

- 1) 数据库管理模块: 提供了多种对乒乓球技战术知识库和数据库进行访问的接口, 用于向功能层中各模块提供数据访问服务。
- 2) 技战术数据采集模块: 实现了国家队乒乓球运动员比赛和训练技战术数据的采集和管理。
- 3) 专家知识获取模块: 实现了对乒乓球技战术分析领域专家的经验 and 知识的获取和管理。
- 4) 系统维护模块: 实现了主题定义、数据字典等阶段中的相关功能, 以及系统底层数据维护功能, 并对知识库进行管理和维护。
- 5) 数据分析模块: 实现了数据抽取、数据转换、数据集集成、数据预处理、数据分析等功能。

- 6)数据挖掘模块: 实现了知识提取阶段中的相关功能。
- 7)专家知识推理模块: 实现了知识提取阶段中的相关功能。
- 8)决策推理模块: 实现了决策推理引擎, 用于提供逻辑推理和决策支持等相关功能。
- 9)用户界面模块: 实现了一个集成的、人性化的人机

交互界面, 以方便乒乓球教练员和运动员的使用。

(2)系统功能模型

系统主要包括“系统信息管理”、“技战术信息采集”、“技战术智能分析”、“专家知识获取”、“专家知识管理”、“知识库管理”、“数据挖掘模型管理”、“技战术决策支持”等功能模块。

系统功能模型如图4所示。

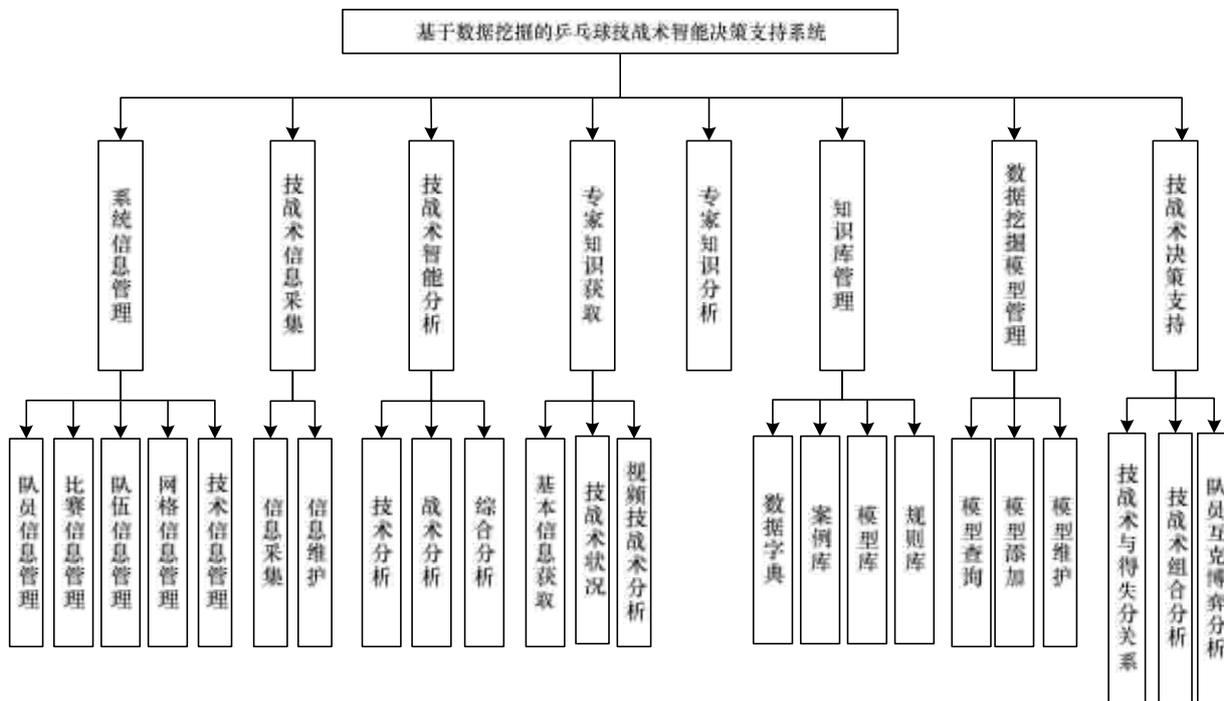


图4 系统功能模型

“系统信息管理”模块包括队员信息管理、比赛信息管理、队伍信息管理、网格信息管理、技术信息管理等功能, 是对系统基础数据进行维护, 网格信息管理则是根据技战术分析需要而进行网格的动态变化。

“技战术信息采集”模块是采集和维护指定比赛的技战术信息, 为技战术分析和决策分析提供基础数据, 技战术智能分析是为决策支持分析进行的初步分析研究, 提供必要的技战术信息, 有助于技战术的决策分析。

“知识库管理”模块包括主题定义、案例库、模型库、规则库进行维护、查询等功能。

“数据挖掘模型管理”模块包括对数据挖掘的模型进行查询、添加、维护、参数调整等功能。

“技战术决策支持”模块是针对技战术分析要求, 通过对案例库的案例、数据挖掘结果、规则库的规则及专家分析信息等信息进行决策推理, 为技战术研究人员提供决策方案。

3 案例分析

本文系统已经使用, 并对国内外多名著名运动员的技战术进行决策分析, 取得显著效果。以隔网对抗项目乒乓球为例进行介绍。以新加坡乒乓球名将李佳薇为研究对象, 进行技战术的研究与决策分析。

(1)决策分析

隔网对抗项目乒乓球技战术分析的主要因素为运动员的击球技术、击球路线、击球位置、战术势态, 在此基础上, 确定了乒乓球技战术智能决策系统的主题定义, 如表1所示。

表1 乒乓球技战术智能决策系统的主题定义

属性名	值类型	值域	数据类型	使用模式
路线	数值	[3,24]	整数	输入
技术	数值	[3,24]	整数	输入
位置	数值	[3,24]	整数	输入
势态	数值	[3,24]	整数	输入
技战术组合	字符		字符	输出

(2)数据准备

本文案例使用乒乓球技战术信息数据库和乒乓球技战术知识数据库做为数据源。乒乓球技战术信息数据库使用乒乓球技战术多媒体交互式数据采集系统和知识获取系统进行数据和知识的采集, 共采集有关李佳薇参加奥运会、世乒赛、世界杯的13场比赛详细信息; 乒乓球技战术专家知识数据库通过乒乓球技战术专家知识获取系统对国家乒乓球队的教练员、运动员进行调查, 共收集8名教练员调查数据, 调查数据包括李佳薇的技战术、心理、身体素质的综合评价和具体的技战术组合评价, 并将其导

入到案例库。

(3)知识获取

本文案例使用基于改进蚁群算法的乒乓球技战术数

据挖掘模型对乒乓球技战术信息进行挖掘,对发球轮和接发球轮进行挖掘,设置最小支持度为10(球数),挖掘结果如表2所示。

表2 李佳薇优势技战术组合和劣势技战术组合

序号	前3拍击球落点	支持度/(%)	信任度/(%)
1	发球至对方中路短球→对方回球至中路长球→击球至对方中路长球	4.36	50.00
2	发球至对方中路短球→对方回球至反手长球→击球至对方正手长球	2.91	37.50
3	发球至对方中路短球→对方回球至中路半长球→击球至对方反手长球	2.55	85.71

李佳薇的“发球至对方中路短球→对方回球至中路长球→击球至对方中路长球”且最后得分的支持度为4.36%,信任度为50.00%和“发球至对方中路短球→对方回球至中路半长球→击球至对方反手长球”且最后得分的支持度为2.55%,信任度为85.71%,说明李佳薇在第3拍在处理中路的球比较好。但是“发球至对方中路短球→对方回球至反手长球→击球至对方正手长球”且最后得分的支持度为2.91%,但信任度只有37.50%,见表2。

(4)决策推理

根据决策分析的结果可知,技战术分析信息包括路线、技术、位置、势态,则:

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_m)$$

其中, S_i 为第 i 拍的技战术信息; m 为拍数。

$$S_i = (S_{i1}, S_{i2}, S_{i3}, S_{i4})^T$$

其中, S_{i1} 为落点编码信息; S_{i2} 为技术编码信息; S_{i3} 为位置编码信息; S_{i4} 为势态编码信息; n 为技战术信息属性个数。

某运动员与李佳薇进行比赛,当前的技战术势态为:

$$S = \begin{pmatrix} 8 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

即:

$$S = \begin{pmatrix} \text{李佳薇发球至本方中路短球区} \\ \text{弧圈球} \\ \text{正手} \\ \text{发球} \end{pmatrix}$$

根据挖掘结果及数据库相关数据,通过决策推理,可以得出该运动员所应采取的技战术行为 F :

$$F = \begin{pmatrix} 21 & 18 \\ 3 & 3 \\ 3 & 6 \\ 7 & 12 \end{pmatrix}, Q = 0.63$$

即:

$$F = \begin{pmatrix} \text{回球至李佳薇的反手长球区} & \text{李佳薇回球至正手长球区} \\ \text{弧圈球} & \text{弧圈球} \\ \text{反手位} & \text{正手位} \\ \text{进攻} & \text{得分} \end{pmatrix},$$

$$Q = 0.63$$

表示当李佳薇发球至我方中路短球区时,我方运动员采取击球至李佳薇的反手长球区,李佳薇回球至我方运动员正手长球区时,获胜的概率要大,并且尽量避免采取击球至李佳薇中路半长球区技战术行为。

4 结束语

基于数据挖掘的隔网对抗项目乒乓球技战术智能决策支持系统是一个将数据挖掘和专家系统相结合并集成于决策支持平台,即能够自动从已有的数据中提取出有价值知识(预测模型或规则),并以此为基础进行决策推理,还可以通过获取专家的知识,通过系统推理进行决策,并对两者的决策结果进行自动分析,从不同的角度、不同的视角、不同的推理方式分析决策的结果,最终提供给用户综合的决策分析,从而辅助分析隔网对抗项目技战术中的决策问题。案例研究结果表明,DM-IDSS对于隔网对抗项目技战术决策有着较高的参考价值,其推理预测结果具有较高的准确度,并能较好地指导我国运动员在2008年北京奥运会的备战比赛和2010年莫斯科团体世乒赛。其研究成果已开始推广应用于其他对抗性项目。

参考文献

- [1] 虞丽娟, 张辉. 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, 2007, 31(3): 52-57.
- [2] 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): 246-252.
- [3] 蒋蕾, 王士同. 基于蚁群算法的分类规则挖掘[J]. 江南大学学报: 自然科学版, 2008, (10): 511-515.
- [4] Fayyad U, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases[J]. AI Magazine, 1996, 17(3): 37-54.
- [5] 郭建锋, 张建平, 胡振中, 等. 基于数据挖掘的智能工程决策平台[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(9): 1518-1521.
- [6] 李红良. 智能决策支持系统的发展现状及应用展望[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2009, 23(10): 140-144.
- [7] 郑颖华, 武根友. 智能决策支持系统中的模型库及其管理系统[J]. 科学技术与工程, 2006, 6(9): 1312-1315.
- [8] 陈曦, 王执铨. 决策支持系统理论与方法研究综述[J]. 控制与决策, 2006, 21(9): 962-968.