

文章编号:1005-8737(2000)02-0069-04

中心渔场智能预报系统的设计与实现

沈新强¹, 樊伟¹, 韩士鑫¹, 崔雪森¹, 叶施仁²

(1. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090; 2. 中国科学院 计算技术研究所, 北京 100080)

摘要:应用人工智能技术设计中心渔场智能预报系统, 包括系统的总体结构、范例库的建设、范例推理、规则库和规则修正, 最后按设计路线给出试验性预报实例, 预报结果与渔场实际情况比较, 预报的准确性为76.2%。研究表明, 采用范例推理为主、规则修正为辅的技术路线使用计算机实现中心渔场智能化预报是可行的, 它可以为海洋渔业生产和管理部门提供快速、准确、实用的信息预报。

关键词:中心渔场; 智能预报; 范例推理; 规则修正

中图分类号:S934

文献标识码:A

在长期的渔业生产实践和相关的研究分析中, 有关判别和预测中心渔场的形成、分布、迁移等方面积累了相当丰富的经验^[1~7]。但传统的预报方法如猜报、惯性预报、频率预报等^[8]缺少明确的等级概念, 内容不够充分且信息发布慢。因此, 开展快速、准确和实用的中心渔场预报, 以满足渔业生产和管理部门的需求显得十分必要和重要。

现代人工智能这门新兴学科诞生以来, 世界各国的人工智能研究迅速发展, 如著名的 EMYCIN, KAS, EXPERT 等专家系统被广泛应用于医疗诊断、病虫害预测、探矿等领域^[9]; 日本把专家系统应用于鳃鱼渔况的预报^[10]。我国在台风、暴雨、洪水、干旱等重大自然灾害智能化预报方面正朝着快速、机动、正确和集成方面发展^[11~13], 但在海洋渔业领域, 人工智能的应用研究尚属空白。本文应用人工智能技术, 把在中心渔场判别、分析、预报研究等方面大量分散的因人而异的经验、知识和方法, 通过归纳、总结提出中心渔场智能预报系统的设计, 同时以实例说明中心渔场智能预报的实现。

收稿日期:1999-08-02

基金项目:国家八六三资助项目(863-818-07-03)

作者简介:沈新强(1951-), 男, 上海人, 中国水产科学研究院东海水产研究所副研究员, 从事渔业海洋学方面研究。

1 中心渔场智能预报系统的设计

1.1 总体结构

中心渔场智能预报系统的总体结构如图1所示, 由服务器端和客户端组成, 通过开放的数据接口 ODBC 连接。服务器端包括海洋渔业综合数据库、综合范例库和专家规则库; 客户端包括范例推理和专家规则修正。

1.2 建立历史样本范例库

历史样本范例库设定为每周1次, 范例库分为2类, ①为渔场范例库, 包括中心渔场位置、平均网产、总渔获量、主要渔获种类等; ②为温度场范例库, 包括温度场内各点的水温值。

1.3 建立专家规则库

由对中心渔场分布产生显著影响因子的统计和分析形成的不同规则所构成。在渔业生产实践中已积累了许多有关中心渔场的形成、移动方面的经验, 如高盐暖水强, 带鱼中心渔场偏北^[3]; 冲淡水势力强, 渔场偏外^[6]; 风力强且持续时间长, 中心渔场移动快、降温率大, 渔场南移加快^[5]等等。把这些定性的经验知识分类整理成规则, 从海洋渔业综合数据库中提取相关信息, 通过序列统计获得分级判别标准。

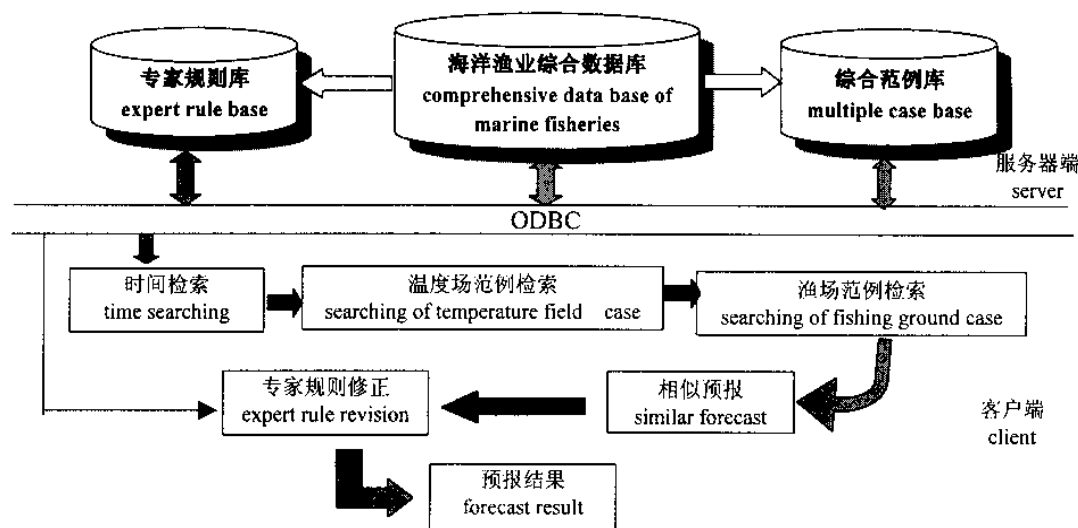


图 1 中心渔场智能预报系统总体结构

Fig.1 Overall structure of intelligence predicting system of central fishing ground

1.4 范例推理

把当前的中心渔场(从捕捞生产信息网络获取)作为测试范例,设计通过3级相似检索找出当前范例与历史范例中的最大相似范例。1级相似检索也称时间相似检索。根据当前范例的起止日期,找出历史同期范例,同时根据中心渔场的渔海况相似性在时间上有提前和滞后的特点,因此还需检索出历史同期范例的前2周和下2周的范例。通过1级相似检索从范例库中建立1组时间相似范例。

2级相似检索也称温度场相似检索。在时间相似检索的基础上,找出温度场相似的范例。首先计算当前范例和历史范例在温度场内各个温度的差值的总和,即相似距值。相似距计算公式为:

$$D_{ab} = \sum_{i=1}^m [W_i (T_{ai} - T_{bi})] / \sum_{i=1}^m W_i \quad (1)$$

式中: m —温度场内温度值个数; T_{ai} , T_{bi} —分别为 a 、 b 两范例中第 i 个温度值; W_i —各点温度值对中心渔场的影响权重因子。

通过相似计算,得到若干个最大温度相似范例即建立1组温度场相似范例。

3级相似检索也称渔场相似检索。在温度场相似检索的基础上,找出最大渔场相似范例。渔场相似范例通过计算当前范例的各个中心渔场与历史范例对应渔场的距离,以渔场重心为指标,找出与历史范例中渔场距离最近的范例,渔场相似距计算公式

为:

$$S_{ab} = [(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{ai} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{bj})^2 + (\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_{ai} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_{bj})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

式中: X_{ai} , Y_{ai} —分别为 a 范例在第 i 个渔区中心的纬向、经向坐标; X_{bj} , Y_{bj} —分别为 b 范例在第 j 个渔区中心的纬向、经向坐标; m , n —分别为 a 、 b 两范例中心渔场的渔区个数。

通过3级相似检索,获得当前范例与历史范例前若干个最大渔场相似范例即建立1组渔场相似范例。它们各自下期渔场的重心位置的加权平均即为相似预报渔场的重心,各自下期渔场的分布范围的加权平均即为预报渔场的范围,权重根据渔场相似距大小确定。

1.5 规则修正

在范例推理获得相似预报渔场的基础上,通过形成的专家规则,对相似预报渔场进行修正,最终给出准确的中心渔场预报。

2 试验预报实例

试验性预报实例为浙江沿海冬汛带鱼中心渔场预报,当前的中心渔场范例的起止日期为1997年11月7~13日,预报期为1997年11月14~20日。

2.1 范例推理

首先对1988~1997年每周1次所建的历史范

例库进行时间检索,组成 48 个时间相似范例。其次根据当前带鱼中心渔场选取的温度场范围($122^{\circ}30' \sim 124^{\circ}30'E, 29^{\circ}30' \sim 31^{\circ}30'N$),按式(1)对时间相似范例组进行温度场相似计算,距离最近权重取 1,距离最远取 0.1,其余按距离内插,每一温度场有 25 个温度值,取前 6 个最大相似范例组成温度场相似范例组。最后对温度场相似范例按公式(2)计算当前范例与历史范例中心渔场的相似度,取前 4 位最大相似度的渔场范例组成渔场相似范例组。它们分别是历史同期的 1991、1994 和 1995 年,下 2 周的 1990 年。它们各自对应的下 1 周中心渔场的加权平均重心位置和加权平均的分布范围即为通过范例推理获得的预报中心渔场,权重系数按距离最近取 1,距离最远取 0.4,其它通过内插确定。

2.2 规则修正

本预报实例中考虑 2 条规则修正,①长江径流

量的大小修正渔场中心位置东西向的移动;②中心渔场水温高低修正渔场中心位置南北向的移动。长江入海径流量按多年同期平均统计分成强、较强、中、较弱、弱 5 型,每型修正 10 n mile,强向东移动,弱向西移动,考虑入海径流量的滞后效应,实际修正中取预报期上月的径流量为判断依据。规则修正表明预报期的入海径流量为较弱型,相似范例的平均径流量为中型,因此,预报渔场位置向西平移 10 n mile。中心渔场水温按多年同期平均统计分为强、中、弱 3 级,水温偏低属于强级,渔场位置向南移动 10 n mile,水温高属于弱级向北移动 10 n mile。预报期中心渔场平均水温($19.4^{\circ}C$)与相似范例的平均水温($19.05^{\circ}C$)均属于中级,渔场位置不作修正。最后获得预报中心渔场的重心位置为 $123^{\circ}45.8'E, 30^{\circ}42.6'N$,分布范围为 5.37 个渔区,如图 2 所示。

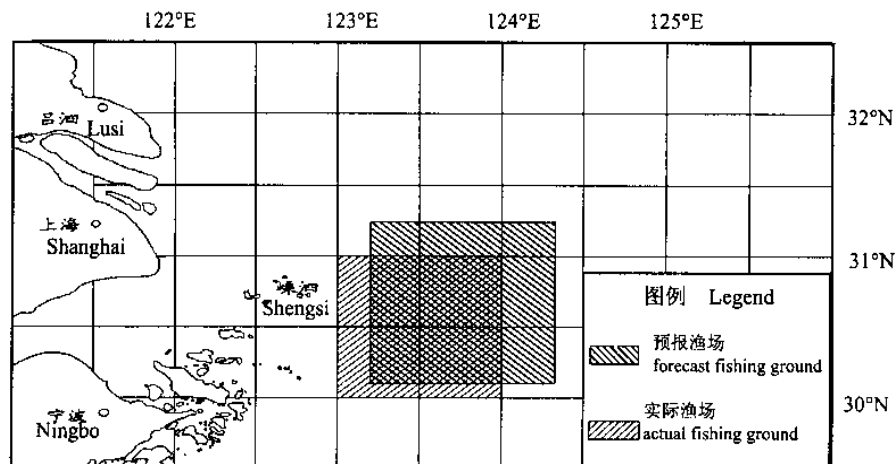


图 2 预报渔场和实际渔场的比较(1997 年 11 月 14~20 日带鱼中心渔场)

Fig.2 Comparison between predicted and actual fishing grounds (The central fishing ground of hairtail during Nov.14~20, 1997)

2.3 验证

为验证预报中心渔场的准确度采用以下检验公式:

$$P_1 = (1 - \Delta D / 30) \times 20\% + 80\% \quad (3)$$

$$P_2 = (1 - |S_{\text{实}} - S_{\text{预}}| / S_{\text{实}}) \times 100\% \quad (4)$$

$$P = (P_1 + P_2) / 2 \quad (5)$$

式中: P_1 —预报中心渔场的中心位置的准确率; P_2 —预报中心渔场范围的准确率; ΔD —实际和预报中心渔场的重心位置距离; $S_{\text{实}}, S_{\text{预}}$ —分别为实际和预报中心渔场的面积; P —平均准确率。

验证结果显示,试验性预报的准确率为 76.2%,达到 75% 的精度要求。

3 结语

本研究采用范例推理为主,规则修正为辅的技术路线,实现中心渔场的智能化预报。由于中心渔场的形成是海况、渔况等综合因素共同作用的结果,其中隐含着诸多不确定性,如果采用传统的专家系统设计原理^[9],这为获取大量的规则带来极大难度,实际尝试效果不佳。而范例的获取比规则获取要容易得多,同时基于范例推理可迅速得到相似预

报结果^[12],然后通过少量规则的修正提高预报的准确度。研究表明,应用人工智能技术使用计算机实现中心渔场的智能化预报是可行的。由于受可提供的资料限制,本研究中对环境因子仅考虑了温度和径流,随着综合数据库的不断扩充,可供选择的因子会更多,整个智能预报系统也将进一步趋于完善,从而为海洋渔业生产和管理部门提供快速、准确、实用的信息预报。

致谢:参加本研究工作的还有中科院计算所的史忠植,王军,王纪华等,特此致谢。

参考文献:

- [1] 宋海棠.舟山、大连海区鲈鱼中心渔场形成条件的探讨[J].东海海洋,1983,1(3):40-44.
- [2] 朱德林,黄传平,高金发.东海北部秋汛灯围渔情预报的研究[J].海洋渔业,1993(3):105-108.
- [3] 朱德坤,陈阿毛.冬季嵎山带鱼中心渔场与高盐舌锋位置的关系[J].水产学报,1980,4(1):63-70.
- [4] 沈金鳌,王贤德,华家栋.温台渔场马面鲀首次现场预报的解析[A].东海绿鳍马面鲀论文集[C].上海:学林出版社,1987.117-122.
- [5] 林景琪.带鱼[M].北京:农业出版社,1995.51-57.
- [6] 苗振清.东海北部近海夏季鲈鱼渔场与海洋水文环境的关系[J].浙江水产学院学报,1993,12(1):32-39.
- [7] 高崇义.马面鲀汛期的渔发类型和渔场的关系[J].海洋渔业,1991,(5):111-118.
- [8] 夏世振.渔情预报评分方法的探讨[J].水产科技情报,1979,(5):6-10.
- [9] 吴泉源,刘江宁.人工智能与专家系统[M].北京:国防科技大学出版社,1995.1-44.
- [10] Ichiro Aoki, et al. A prototype expert system for predicting fishing condition of anchovy (*Engraulidae*) off the coast of Kanagawa Prefecture[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1989, 55(10): 1777-1783.
- [11] 王昂生,等.台风、暴雨预报警报系统和减灾研究[M].北京:气象出版社,1995.1-5.
- [12] 史忠植.高级人工智能[M].北京:科学出版社,1998.78-100.
- [13] 李红平.智能预报系统 IMFOS 的构想与实现[A].气象预报专家系统文集[C].北京:气象出版社,1990.19-32.

Design and realization of intelligent predicting system of central fishing ground

SHEN Xin-qiang¹, FAN Wei¹, HAN Shi-xin¹, CUI Xue-sen¹, YE Shi-ren²

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

2. Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: Using artificial intelligent technology a design was made for intelligently predicting central fishing grounds, including overall structure of the system, establishment of casebase, case-based reasoning, rule base and rule revision. It also gives a forecast example on the designing approach, and the forecast accuracy was 76.2% comparing with the real central fishing ground. The study results show that it is feasible to realize the intelligent prediction of central fishing grounds with computers taking the approach of case-based reasoning as dominant and of rule revision as subsidiary. Finally, it is possible to offer fast, accurate and useful forecast information for marine fisheries production and fishery managing departments.

Key words: central fishing ground; intelligence prediction; case-based reasoning; rule revision