

© 张剑平 张家华 著

人工智能

课程研究

R

Ren Gong Zhi Neng

KECHENGYANJIU

人民教育出版社

© 张剑平 张家华 著

人工智能 课程研究

enGongZhiNeng

KECHENGYANJIU

人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能课程研究/张剑平, 张家华著. —北京: 人民教育出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 107 - 21593 - 3

I. 人…

II. ①张…②张…

III. 人工智能—研究

IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 088046 号

人民教育出版社出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京人卫印刷厂印装 全国新华书店经销

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 毫米 × 1 092 毫米 1/16 印张: 17.75

字数: 340 千字 印数: 0 001 ~ 2 600 册

ISBN 978 - 7 - 107 - 21593 - 3 定价: 23.60 元
G · 14703

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与本社出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

内容提要

我国教育部 2003 年颁布的高中信息技术课程标准中，正式将人工智能列入选修课程，它意味着我国的人工智能教育在普及层面上进入了一个新的阶段。本书是国内第一部关于高中人工智能课程及其实施研究的专著。本书在内容上兼顾了理论、方法与实施等多个层面，旨在对我国基础教育课程改革理念下人工智能课程及实施问题进行探索。

本书共分 4 篇 12 章，内容包括：人工智能课程结构与标准解读（人工智能课程及其发展、课程标准的分析与比较）；人工智能课程的内容与知识点分析（知识及其表示、推理与专家系统、人工智能语言与问题解决）；人工智能课程的实施与教学资源开发（课程实施概述、教学设计、教学与评价、教学资源建设）；机器人教育与实践能力的培养（机器人教育的基本问题、中小学机器人课程与教学、中小学机器人竞赛研究）。

本书可供中学信息技术教师、教研人员，以及有志于人工智能教育的人员阅读，也可作为教育技术学、计算机科学与技术、信息技术教育等专业的大学生、研究生的教学参考书。

前 言

人工智能作为信息技术的分支学科和前沿领域，从 1956 年至今已经走过了半个世纪。在它的发展过程中虽然有过争论、困惑和挑战，但仍在曲折中不断发展壮大，成为 20 世纪最伟大的科学成就之一，对社会经济的影响越来越大，并为改善人类生活发挥着更大的作用。

在全球基础教育课程改革的大潮中，不少国家意识到人工智能教育的必要性，遵循课程要适度反映前沿进展的思路，已经尝试将人工智能列入基础教育课程。我国教育部 2003 年颁布的高中“信息技术”课程标准中，正式把“人工智能初步”列为选修课程，它意味着我国的人工智能教育在普及层面上进入了一个新阶段。

作为教育部高中人工智能课程标准研制的参与者，我们近年来先后在全国 10 多个省市开展新课程标准的培训与调研工作，参与了相关的教材、教学参考书的编写或审定，并进行了多项省部级课题研究，本书就是在上述实践、研究与探索的基础上逐步形成的，这是国内第一部专门研究人工智能课程与教学问题的专著。

全书共分 12 章，由“认识高中人工智能课程”、“掀起人工智能的神秘面纱”、“走进高中人工智能课堂”、“关注人工智能的教学载体”等 4 个部分构成，内容包括：人工智能课程的结构与课标解读（人工智能课程及其发展、课程标准的分析与比较）；人工智能课程的内容与知识点分析（知识及其表示、推理与专家系统、人工智能语言与问题解决）；人工智能课程的实施与教学资源开发（课程实施概述、教学设计、教学与评价、教学资源建设）；机器人教育与实践能力的培养（机器人教育的基本问题、中小学机器人课程与教学、中小学机器人竞赛研究）。

从目前高中信息技术新课程的实施与推广情况看，新课标“人工智能初步”选修模块已经引起广大信息技术教师的高度关注，他们对该模块十分感兴趣，然而对其内容及其教学又十分陌生，这是该课程实施所遇到的主要障碍。为此，本书对高中人工智能课程进行

了多方面的阐释，在内容上兼顾了理论、方法与实践等多个层面，涉及广大信息技术教师和教研人员共同关心的问题。旨在对我国基础教育课程改革理念下人工智能课程的实施问题进行探索，为教师与教研人员提供借鉴与参考，从而推动我国基础教育课程改革的进程。

本书由教育部高中信息技术课程标准研制组核心成员张剑平教授策划和统稿，由张剑平、张家华、杜海琼、张国民等共同编写。

本书在编写过程中引用了许多专家、学者的文献和网上资源，并得到教育部高中信息技术课程标准研制组李艺、董玉琦、解月光、张义兵等教授，浙江师范大学李长吉、夏洪文、李鸣华教授，以及人民教育出版社李福利先生、郭芳博士的热情帮助与大力支持。在此，我们对上述人员表示诚挚的谢意。

作为浙江省哲学社会科学规划课题“人工智能教育问题研究——内容与实施(06CGJY11YB)”的研究成果之一，本书的出版得到了浙江省哲学社会科学规划领导小组、浙江省教育技术学重点学科的资助。

由于当今世界上信息技术学科的发展十分迅速，加之作者的学识水平和研究时间所限，书中的不足之处在所难免，恳请广大读者不吝指正。

编者

2008年夏末

目 录

前言

第一篇 认识高中人工智能课程——课程结构与课标解读

第 1 章 人工智能课程及其发展	3
1.1 人工智能及其教育应用.....	3
1.1.1 基本概念的界定	3
1.1.2 人工智能的教育应用	5
1.2 中学人工智能课程现状.....	7
1.2.1 各国课程管理概况	8
1.2.2 发达国家的人工智能课程.....	10
1.2.3 我国的人工智能课程.....	13
第 2 章 课程标准的分析与比较	17
2.1 人工智能课程标准的分析	17
2.1.1 信息技术课程结构.....	17
2.1.2 课程标准与课程目标.....	19
2.1.3 对课程标准的若干认识.....	25
2.2 人工智能与问题解决	27
2.2.1 问题及其解决策略.....	27
2.2.2 人工智能在问题解决中的作用.....	29
2.3 人工智能课程标准的比较	31
2.3.1 英国人工智能课程标准剖析.....	31

2.3.2 中英课程标准的比较与启示	33
--------------------	----

第二篇 掀起人工智能的神秘面纱——课程内容与知识点分析

第3章 知识及其表示	37
3.1 知识的类型与特征	37
3.2 知识表示的常用方法	39
3.2.1 状态空间表示	39
3.2.2 产生式规则表示	40
3.2.3 与或图	41
3.2.4 框架表示法	43
3.2.5 谓词逻辑表示法	44
第4章 推理与专家系统	46
4.1 专家系统的类型与结构	46
4.1.1 专家系统及其类型	46
4.1.2 专家系统的基本结构	49
4.2 专家系统的工作原理	51
4.2.1 正向推理与反向推理	51
4.2.2 混合推理与不确定性推理	54
4.2.3 推理中的冲突消解策略	56
4.2.4 解释机制及其实现	57
4.3 专家系统的开发	59
4.3.1 开发过程	59
4.3.2 开发工具及其应用	60
第5章 人工智能语言与问题解决	66
5.1 人工智能语言与 Prolog	66
5.1.1 人工智能语言及其特点	66
5.1.2 Prolog 语言及其工作机制	68
5.1.3 Prolog 求解问题的步骤	73
5.2 智能搜索与人机博弈	76
5.2.1 状态空间及其搜索	76
5.2.2 盲目搜索和启发式搜索	79

5.2.3	人机博弈的搜索技术	84
5.3	建议拓展的内容	87
5.3.1	自然语言处理与机器翻译	88
5.3.2	神经网络与机器学习	92

第三篇 走进高中人工智能课堂——课程实施与教学资源开发

第6章	人工智能课程实施概述	99
6.1	课程实施的问题与对策	99
6.1.1	课程实施的影响因素	99
6.1.2	存在的主要问题	101
6.1.3	解决问题的思路	102
6.2	基于 Prolog 的人工智能教学	105
6.2.1	可行性研究	105
6.2.2	Prolog 案例分析	107
第7章	人工智能课程的教学设计	125
7.1	教学设计的策略与步骤	125
7.1.1	教学设计的策略	125
7.1.2	教学设计的步骤	126
7.2	教学案例及其分析	127
7.2.1	“初识人工智能”教学设计	127
7.2.2	“认识专家系统”教学设计	134
7.2.3	“Prolog 语言”教学设计	139
第8章	人工智能课程的教学与评价	156
8.1	教学方法	156
8.1.1	常用的教学方法	156
8.1.2	基于问题解决的教学	157
8.1.3	基于因特网资源的教学	159
8.2	教学评价	162
8.2.1	评价原则与方式	162
8.2.2	过程性评价	163
8.2.3	表现性评价	164

第9章 人工智能的教学资源建设	167
9.1 人工智能教材及其比较.....	167
9.1.1 典型教材概况	168
9.1.2 教材分析与比较	172
9.2 数字化教学资源设计.....	176
9.2.1 多媒体课件设计	177
9.2.2 专题学习网站设计	182

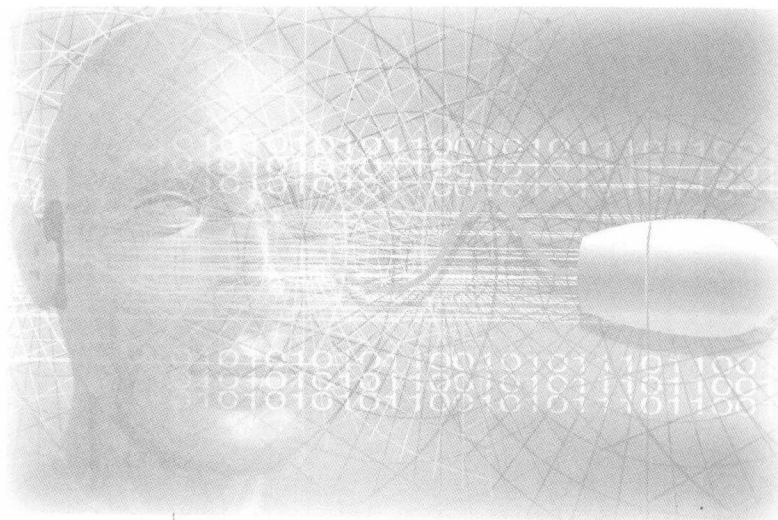
第四篇 关注人工智能的教学载体——机器人教育与实践能力培养

第10章 机器人教育的基本问题	191
10.1 机器人教育概述	191
10.1.1 机器人与机器人教育	191
10.1.2 教育机器人及其形态	194
10.1.3 机器人教育的理论基础	206
10.2 机器人教育的实施模式	209
10.2.1 高等院校的机器人教育	210
10.2.2 中小学校的机器人教育	212
10.3 存在的问题与对策	213
10.3.1 存在的主要问题	213
10.3.2 基本的解决思路	214
第11章 中小学机器人课程与教学	217
11.1 机器人课程标准与活动分析	217
11.1.1 机器人课程的发展	217
11.1.2 课程标准与教学内容	218
11.1.3 教学活动分析	222
11.2 教学设计与评价	229
11.2.1 教学设计及其案例	229
11.2.2 教学评价及其工具	242
11.3 STS 理念与机器人教学	246
11.3.1 STS 教育及其实施途径	246
11.3.2 融入 STS 理念的机器人教学	247

第 12 章 中小学机器人竞赛研究	251
12.1 机器人竞赛及其教育价值	251
12.1.1 机器人竞赛概况	251
12.1.2 机器人竞赛的教育价值	253
12.2 竞赛类型与要素分析	254
12.2.1 实体机器人竞赛	254
12.2.2 虚拟机器人竞赛	257
12.2.3 竞赛要素分析	261
12.3 机器人竞赛课程的开发	263
12.3.1 基于标准的竞赛课程	263
12.3.2 竞赛课程的开发框架	264
主要参考文献	269
附录 课题组完成的“人工智能与机器人教育”研究成果	270

第一篇 认识高中人工智能课程

——课程结构与课程解读



第 1 章 人工智能课程及其发展

- 人工智能课程及其发展
- 中学人工智能课程现状

第 2 章 课程标准的分析与比较

- 人工智能课程标准的分析
 - 人工智能与问题解决
- 人工智能课程标准的比较

第 1 章 人工智能课程及其发展

我国教育部 2003 年颁布的普通高中课程标准中，正式将“人工智能初步”列为“信息技术”科目中的选修模块，这是与我国新一轮基础教育课程改革强调适应时代发展需要，体现时代性特征的指导思想相吻合的，意味着我国中学人工智能教育进入了一个新的阶段。在对高中人工智能课程标准及其实施问题进行研究之前，本章主要阐述人工智能基本概念、应用领域与研究方法，讨论人工智能在教育中应用的领域分类与主要内容，并介绍英国、美国、澳大利亚以及我国中学人工智能课程的概况。

1.1 人工智能及其教育应用

1.1.1 基本概念界定

1. 智能与人工智能

在给出人工智能的定义之前，需要了解智能的概念。

一般认为，狭义的智能仅指人类智能，又叫自然智能，是指人在认识和改造客观世界的活动中，由思维过程和脑力活动所体现出来的智慧和能力。人类智能主要包含三个方面：思维能力、感知能力、行为能力。广义的智能则可以理解为收集、汇集、选择、理解和感觉的功能。如果一个人工制品具有以上功能，则可以称其具有智能。因此，广义的智能除了包括人类智能以外，还包括人工智能和集成智能。集成智能是指基于人类智能和人工智能相结合的人—机系统。

那么，什么是人工智能呢？

人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）兴起于 20 世纪 50 年代后期。作为一门新兴学科，人工智能至今尚无统一的定义，以下是几种有代表性的描述：

《辞海》：所谓人工智能，是指利用电子计算机模拟人类智力活动的科研领域。即由计算机代替人的智能来完成某项工作。人工智能的研究对于人类的学习、记忆和思维活动提

供了新的研究方法及理论。因此不少人认为这是一门研究智能的科学。^①

《世界知识大辞典》：人工智能是指利用电子计算机模拟人类智力活动，研究智能的一门科学。它包括应用和理论两个方面的研究。应用研究目的在于扩大计算机应用，被称为应用人工智能学，理论研究的目的在于发现智力活动的规律，被称为理论人工智能学。^②

《简明不列颠百科全书》：人工智能是指研究解决某些通常被认为要用智力才能解决问题的计算机技术。人工智能是一门实验科学，大多数人工智能方面的研究工作可以分成或者是与现实世界有关的工作（如语言、视觉、机器人等），或者是在抽象领域方面的工作（如定理证明、自动程序设计、问题求解、归纳推理等）。^③

在大学人工智能教科书中，通常将人工智能作为一门学科，认为：人工智能研究的是如何使机器（计算机）具有智能的科学和技术，特别是自然智能如何在计算机上实现或再现的科学和技术。当前的人工智能是计算机科学的一个分支，但它的研究还涉及认知科学、行为科学、生命科学、信息论、控制论和系统论等学科领域，因此它是一门综合性的交叉学科和边缘学科。^④

综上所述，对于人工智能本质的看法，主要有三个方面：即认为人工智能是一门技术，是一门学科（或科学），是一个领域。本书所涉及的高中人工智能课程及其教学，主要是从学科的角度进行论述的。^⑤

与一般的信息处理技术相比，人工智能技术在求解策略和处理手段上都有其独特的风格。目前，人工智能的不少研究领域如自然语言理解、模式识别、机器学习、数据挖掘、智能检索、机器人技术、人工神经网络等都走在了信息技术的前沿，有许多应用成果已经进入人们的生活、学习和工作中，对人类社会的发展产生了重要影响。人工智能的研究、应用和发展在一定程度上决定着信息技术的发展方向。另一方面，随着科学技术的发展，信息技术的广泛应用也对人工智能技术的发展提出了强烈的需求。

2. 人工智能的研究目标

简单说来，人工智能的研究目标可以分为近期目标和远期目标。

(1) 人工智能的近期目标是实现机器智能，即部分地或者在一定程度上实现机器的智能，从而使现有的计算机更灵活、更好用和更有用，成为人类的智能化信息处理工具。

(2) 人工智能的远期目标是要制造智能机器。具体来讲，就是要使计算机具有看、听、说、写等感知交互功能，具有联想、推理、理解、学习等高级思维能力，还要有分析

① 辞海编辑委员会. 辞海 [M]. 上海：上海辞书出版社，1979：697.

② 王克勤. 世界知识大辞典 [M]. 北京：世界知识出版社，1988：6.

③ 中美联合编审委员会. 简明不列颠百科全书 [M]. 北京：中国大百科全书出版社，1986：746.

④ 廉师友. 人工智能技术导论 [M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2002：1.

⑤ 张剑平主编. 人工智能初步（高中新课标教材）[M]. 北京：教育科学出版社，2004：4.

问题、解决问题和发明创造的能力。

3. 人工智能的研究方法

一般说来,人工智能的研究方法可以分为结构模拟、功能模拟和行为模拟。

(1) 结构模拟以人脑的生理结构和工作机理为基础,对人脑的神经细胞及其构成的神经网络进行研究,采用神经计算的方法来实现学习、联想、识别、推理。

(2) 功能模拟以人脑的心理模型为基础,将问题或知识表示成某种逻辑网络,采用符号推演的方法,来实现搜索、推理和学习,模拟人脑的思维。我国高中人工智能课程标准中所涉及的人工智能方法,主要是功能模拟方法。

(3) 行为模拟则是通过模拟人在控制过程中的智能活动和行为特性,如自寻优、自适应、自学习、自组织等,来研究和实现人工智能。

4. 人工智能课程

《教育大词典》将课程定义为实现学校教育目标而选择的教育内容的称谓。我国学者对课程的定义,可以归纳为三种:即“学科”说、“进程”说和“教学内容”说。^①本书所讨论的高中人工智能课程,采用的是狭义的学科说,是指针对基础教育的需要,依据信息技术课程标准的要求,在高中信息技术学科系列中所设立的“人工智能”子学科。

5. 课程实施和教学

课程实施是指把课程计划付诸实践的过程,它是达到预期的课程目标的基本途径。就目前课程理论的文献来看,对课程实施的探讨基本上可以被分为两类:一类是把课程实施界定为变革,另一类是把课程实施界定为教学。^②本文采用是后一种含义。

所谓教学,《辞海》中定义为教师传授和学生学习的共同活动。通过教学不仅使学生获得知识技能,也能发展他们的认识能力,同时培养他们的思想品德。本书所研究的高中人工智能教学,则是指在高中信息技术新课程中,通过开设人工智能选修课,在教师的引导下,使学习者掌握人工智能的基本知识和技能,感受人工智能技术的魅力而实施的教学活动。

1.1.2 人工智能的教育应用

随着人工智能技术的发展和教育信息化的深入,人工智能技术与方法在学校中的应用愈来愈受到人们的重视,其应用的广度和深度也在逐步扩大。为了对人工智能的教育应用领域进行科学的分类,让我们先来回顾计算机在教育中应用,即计算机辅助教育的领域划分。^③

计算机辅助教育(Computer Based Education,简称CBE)是计算机技术在教育中应用的统

① 教育大辞典(增订合编本)编纂委员会. 教育大辞典[M]. 上海:上海教育出版社,1997:892.

② 施良方. 课程理论[M]. 北京:教育科学出版社,1996:133-134.

③ 张剑平. 现代教育技术——理论与应用(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,2006:84-85.

称，它涉及教学、科研和管理等教育领域的方方面面。一般说来，计算机辅助教育的应用领域可以从不同角度进行划分。例如，从应用对象的角度看，计算机辅助教育包括计算机辅助教学（Computer Assisted Instruction，简称 CAI）和计算机管理教学（Computer Managed Instruction，简称 CMI）两个层面。其中，CAI 是用计算机帮助或代替教师执行部分或全部教学任务，传递教学信息，对学生传授知识和训练技能，直接为学生服务。CMI 则是计算机在教育领域的另一项重要功能，从狭义上看，CMI 就是利用计算机管理整个教学过程的教学管理系统，它的功能包括管理教学计划和教学资源，以及帮助教师构造测验和评分等；而从广义上看，CMI 是计算机在学校管理中的各项应用，包括教学管理、学校行政管理、学校其他资源管理等。

美国著名教育技术专家乔纳森（Jonassen，1996）认为，计算机作为一种认知工具可以有效地促进有意义学习。因此，从认知工具的角度出发，可以将计算机在学校中的应用分为学习计算机、从计算机学习、用计算机学习等三个领域，它们分别是（3L）：

（1）学习计算机（Learn about computer）。把计算机作为学习对象，其内容包括计算机的基础知识、基本技能及其对社会的影响等三部分。

（2）从计算机学习（Learn from computer）。教师把计算机作为一种辅助的教学工具来辅助教学、辅助测试、管理教学与辅助备课等工作。

（3）用计算机学习（Learn with computer）。学生可以把计算机作为学习工具，主要包括用计算机来完成获取和保存信息、处理和交流信息等任务。

在当前的学校教育中，与上述三个领域相关的课程分别是：“计算机文化”、“计算机辅助教学”和“信息技术与课程整合”。

参照乔纳森的观点，我们可以将人工智能技术在教育中的应用分为学习人工智能、从人工智能学习、用人工智能学习等三个领域，它们分别是（3L）：

（1）学习人工智能（Learn about AI）。把人工智能（AI）作为学习对象，内容包括 AI 的基础知识、基本技能及其对社会的影响等。

（2）从人工智能学习（Learn from AI）。教师把 AI 作为一种辅助的教学工具来辅助教学、辅助测试、辅助备课、管理教学等工作。

（3）用人工智能学习（Learn with AI）。学生把 AI 技术与工具作为学习工具，主要包括用 AI 来处理信息。

在上述观点的基础上，我们可以进一步将人工智能在教育中的应用领域划分为如图 1-1 所示的形式，即人工智能在教育中的应用领域包括：学人工智能、教人工智能、用人工智能。这里的划分思路与前面所述的“3L”划分有一定的交叉，但是从应用功能上看比较清晰，也较为符合人们的思维习惯。

在图 1-1 中，“学人工智能”包括传统意义上的人工智能教育和机器人教育两个部