



21 世纪大学本科
计算机专业系列教材

马少平 朱小燕 编著

人 工 智 能

<http://www.tup.com.cn>

- 根据教育部高教司主持评审的《中国计算机科学与技术学科教程 2002》组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE/CS *Computing Curricula 2001* 同步



清华大学出版社

21世纪大学本科计算机专业系列教材

人工智能

马少平 朱小燕 编著

清华大学出版社
北京

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要阐述人工智能问题求解方法的一般性原理和基本思想。主要内容有：一般的搜索问题，包括盲目搜索和启发式搜索等；与或图搜索，包括 AO* 算法和博弈树搜索等；谓词逻辑以及基于归结的定理证明方法；知识表示，包括产生式方法、语义网络、框架等；不确定性推理方法，包括贝叶斯方法、证据理论和确定性方法等；机器学习，包括实例学习、解释学习、决策树学习和神经网络等；高级搜索，包括局部搜索方法、模拟退火方法和遗传算法等。

本书可作为计算机专业的本科生或者研究生学习人工智能基础课程的教材或参考书。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能/马少平,朱小燕编著. —北京:清华大学出版社,2004.8

(21世纪大学本科计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-08911-6

I. 人… II. ①马… ②朱… III. 人工智能—高等学校—教材 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 060940 号

出 版 者：清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机：010-62770175

地 址：北京清华大学学研大厦

邮 编：100084

客 户 服 务：010-62776969

组稿编辑：张瑞庆

文稿编辑：袁勤勇

封面设计：孟繁聪

印 刷 者：北京嘉实印刷有限公司

装 订 者：三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×230 印张：21.25 字数：436千字

版 次：2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号：ISBN 7-302-08911-6/TP·6309

印 数：1~6000

定 价：27.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770175-3103 或(010)62795704

21世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

名誉主任：陈火旺

主任：李晓明

副主任：钱德沛 焦金生

委员：（按姓氏笔画为序）

马殿富 王志英 王晓东 宁洪 刘辰

孙茂松 李大友 李仲麟 吴朝晖 何炎祥

宋方敏 张大方 张长海 周兴社 侯文永

袁开榜 钱乐秋 黄国兴 蒋宗礼 曾明

廖明宏 樊孝忠

秘书：张瑞庆

本书责任编辑：孙茂松

序 言

PREFACE

21 世纪是知识经济的时代,是人才竞争的时代。随着 21 世纪的到来,人类已步入信息社会,信息产业正成为全球经济的主导产业。计算机科学与技术的信息产业中占据了最重要的地位,这就对培养 21 世纪高素质创新型计算机专业人才提出了迫切的要求。

为了培养高素质创新型人才,必须建立高水平的教学计划和课程体系。在 20 多年跟踪分析 ACM 和 IEEE 计算机课程体系的基础上,紧跟计算机科学与技术的发展潮流,及时制定并修正教学计划和课程体系是尤其重要的。计算机科学与技术的发展对高水平人才的要求,需要我们从总体上优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,加强教学实践,特别注重综合素质的培养,形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局。

为了适应计算机科学与技术学科发展和计算机教学计划的需要,要采取多种措施鼓励长期从事计算机教学和科技前沿研究的专家教授积极参与计算机专业教材的编著和更新,在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时适当引进国外先进的原版教材。

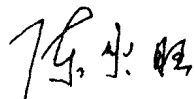
为了提高教学质量,需要不断改革教学方法与手段,倡导因材施教,强调知识的总结、梳理、推演和挖掘,通过加快教案的不断更新,使学生掌握教材中未及时反映的学科发展新动向,进一步拓广视野。教学与科研相结合是培养学生实践能力的有效途径。高水平的科研可以为教学提供最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研还可以为高水平人才的素质教育提供良好的物质基础。学生在课题研究中不但能了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,而且能熏陶和培养良好的科研作风,锻炼和培养攻关能力和协作精神。

进入 21 世纪,我国高等教育进入了前所未有的大发展时期,时代的进步与发展对高等教育质量提出了更高、更新的要求。2001 年 8 月,教育部颁发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》。文件指出,本科教育是高等教育的主体和基础,抓好本科教学是提高整个高等教育质量的重点和关键。随着高等教育的普及和高等学校的扩招,在校大学本科计算机专业学生的人数将大量上升,对适合 21 世纪大学本科计算机科学与技术学科课程体系要求的,并且适合中国学生学习的计算机专业教材的需求量

也将急剧增加。为此,中国计算机学会和清华大学出版社共同规划了面向全国高等院校计算机专业本科生的“21世纪大学本科计算机专业系列教材”。本系列教材借鉴美国ACM和IEEE/CS最新制定的*Computing Curricula 2001*(简称CC2001)课程体系,反映当代计算机科学与技术学科水平和计算机科学技术的新发展、新技术,并且结合中国计算机教育改革成果和中国国情。

中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会,在清华大学出版社的大力支持下,跟踪分析CC2001,并结合中国计算机科学与技术学科的发展现状和计算机教育的改革成果,研究出了《中国计算机科学与技术学科教程2002》(*China Computing Curricula 2002*,简称CCC2002),该项研究成果对中国高等学校计算机科学与技术学科教育的改革和发展具有重要的参考价值和积极的推动作用。

“21世纪大学本科计算机专业系列教材”正是借鉴美国ACM和IEEE/CS CC2001课程体系,依据CCC2002基本要求组织编写的计算机专业教材。相信通过这套教材的编写和出版,能够在内容和形式上显著地提高我国计算机专业教材的整体水平,继而提高我国大学本科计算机专业的教学质量,培养出符合时代发展要求的具有较强国际竞争力的高素质创新型计算机人才。



中国工程院院士

国防科学技术大学教授

21世纪大学本科计算机专业系列教材编委会名誉主任

2002年7月

前 言

FOREWORD

人工智能自从 1956 年问世以来,已经经历了近 50 年的风风雨雨,其发展并非一帆风顺,历经几次大起大落。也正是在这样的起落中,人工智能这门学科得以逐步发展壮大起来。

实际上,从古代开始,人类就一直幻想着制造出具有智能的机器。很多古代的传说,无不体现了这样的思想。但是,只有在计算机出现以后,借助于计算机这种工具,人工智能才有可能从幻想走向现实。

究竟什么是人工智能?人工智能是否能够实现?一直是人们争议的问题。由于对智能本身研究得不够充分,人们往往将智能神秘化。当 IBM 的“深蓝”第一次战胜国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫的时候,先是惊叹人工智能的发展,继而,当对“深蓝”的原理有所了解之后,又有很多人提出这样的疑问:这就是智能吗?人类下棋可不是这样的。

机器智能是对人类智能的一种模仿,是功能上的模仿,而不是机理上的模仿。由于对人类智能的了解还远远不够,因此,从机理上模仿人类的智能,至少在近期内是不可能实现的,而且即使实现也不一定就是成功的。当年莱特兄弟成功地制造了飞机,正是因为他们没有模仿鸟的飞行,他们制造的飞机不是像鸟那样依靠翅膀的煽动而飞行,才取得了成功。可以想象,如果当时人们制造的是翅膀可以煽动的飞机的话,也许到现在飞机也不能成为一种常用的交通工具。因此,在研究人工智能的过程中,不必追求其机理是否与人类一致,所追求的应该是人工智能的功能。

通俗地讲,人工智能就是一些方法,依靠这些方法,计算机可以比较好地求解问题,能够帮助人类做许多以前需要人类的智能才能完成的工作。

人工智能发展至今,已经形成了一整套的理论和方法,这些理论和方法已经在专家系统、自然语言处理、模式识别、人机交互、智能信息处理、信息检索、图像处理、数据挖掘和机器人技术等各个人工智能的应用领域发挥着巨大的作用。

目前,人工智能仍处于发展时期,很多问题解决得还不够好,甚至不能求解;很多问题的求解还需要一定的条件。人工智能毕竟是依靠机器实现的。与人类相比,机器相对呆板、不够灵活。因此,人工智能应该是一个人机协调的系统。为了机器处理的方便,人类

应该做一些让步,为机器提供一定的条件,以便机器发挥其优势。就像火车一样,火车拉得多,跑得快,但火车离不开铁路,一旦离开了铁路,火车将一事无成。修建铁路就是人类对火车的让步。人工智能的应用,也许同样需要人类修建一条能让人工智能在其上面“跑”的“铁路”。

人工智能是多学科交叉学科,涉及的内容广泛,而且一直在不断地发展,随时都在产生新的方法和理论。本书作为人工智能入门性的教材,主要介绍人工智能研究中最基本的、最经典的理论和方法,为计算机科学与技术人员以及其他学科领域中对人工智能感兴趣的科技工作者和学生提供最基本的人工智能技术和有关问题的入门知识。

全书共8章,第1至第7章每一章介绍人工智能的一种方法。

第0章绪论,首先介绍什么是人工智能,并阐述了图灵测试和中文屋子问题。这些问题的阐述将有助于理解什么是人工智能问题。然后介绍人工智能的研究目标、发展历史,以及人工智能所涉及的研究课题。这将有助于理解哪些问题属于人工智能领域。

第1章介绍搜索问题。搜索被认为是人工智能,尤其是传统的人工智能的两大支柱之一,很多人工智能问题的求解,最终都可以归结为搜索问题,或者与搜索问题有联系。本章主要介绍盲目搜索算法和启发式搜索算法,给出算法的描述和应用举例。

第2章介绍与或图的搜索问题,给出与或图的启发式搜索算法—— AO^* 搜索算法和博弈树搜索算法—— α - β 剪支算法。 α - β 剪支算法是求解博弈问题最主要的算法。

第3章介绍一阶谓词逻辑及归结原理。一阶谓词逻辑是知识表示的方法之一,具有很好的数学基础。本章从命题逻辑入手,着重讨论逻辑运算在人工智能推理方法中的意义、谓词逻辑表示方法、归结原理推理方法及其理论基础。

第4章介绍知识表示方法。知识表示是支撑人工智能的两大支柱之一。人工智能问题的求解离不开知识,首先遇到的就是知识表示问题。本章主要介绍人工智能中最常用的产生式、语义网络和框架等知识表示方法及基于这些知识表示方法的推理方法。

第5章介绍不确定性推理方法。现实世界的问题,往往包含大量模糊性、随机性、不可靠性或不知道等不确定性因素,因此不确定性也是人工智能问题的主要特征之一。本章主要介绍人工智能中用于求解不确定性问题的推理方法,包括贝叶斯网络、主观贝叶斯方法、确定性方法和证据理论等。

第6章介绍机器学习方法。学习是人类最重要的能力,通过学习,人们可以解决过去不能解决的问题。因此机器学习在人工智能中起着举足轻重的作用。本章主要介绍机器学习的基本思想和基于实例的学习、基于解释的学习、决策树学习、人工神经网络学习等具体的机器学习方法。

第7章介绍高级搜索方法。高级搜索是近年发展起来的搜索方法,其特点是通过引入随机因素,把寻求最优解降低为求解满意解,从而达到降低算法复杂度的目的。本章主要介绍局部搜索方法、模拟退火算法和遗传算法。

学习人工智能,掌握方法固然重要,但更重要的是应用这些方法解决实际问题。这就涉及编程实现问题。与一般的程序设计相比,人工智能程序设计具有其特殊性。本书并不涉及人工智能程序设计问题,但并不是说这部分内容不重要。在学习本书的同时,一定要边学习边编程实现,通过程序的实现,进一步理解算法,了解算法是如何解决实际问题的。这一点在人工智能学习中是至关重要的。

本书每一章后面都附有习题,有些习题比较简单,有些习题是探讨性的,并没有“标准答案”。解答习题对于学习者来说,同样是重要的环节。

本书在写作过程中,参考了大量的国内外文献资料,在此一并表示感谢。

对于本书中出现的缺点和错误,欢迎读者给予批评指正。

马少平 朱小燕

清华大学计算机系

2004年7月

目 录

CONTENTS

第 0 章 绪论	1
0.1 什么是人工智能	1
0.2 图灵测试	2
0.3 中文屋子问题	4
0.4 人工智能的研究目标	5
0.5 人工智能发展简史	6
0.6 人工智能研究的课题	9
第 1 章 搜索问题	14
1.1 回溯策略	15
1.2 图搜索策略	21
1.3 无信息图搜索过程	23
1.4 启发式图搜索过程	25
1.5 搜索算法讨论	50
习题	55
第 2 章 与或图搜索问题	57
2.1 与或图的搜索	57
2.2 与或图的启发式搜索算法 AO*	60
2.3 博弈树的搜索	64
习题	75
第 3 章 谓词逻辑与归结原理	77
3.1 命题逻辑	77
3.1.1 命题	77
3.1.2 命题公式	78

3.1.3	命题逻辑的意义	82
3.1.4	命题逻辑的推理规则	83
3.1.5	命题逻辑的归结方法	85
3.2	谓词逻辑基础	88
3.2.1	谓词基本概念	88
3.2.2	一阶谓词逻辑	90
3.2.3	谓词演算与推理	93
3.2.4	谓词知识表示	95
3.3	谓词逻辑归结原理	98
3.3.1	归结原理概述	98
3.3.2	Skolem 标准型	99
3.3.3	子句集	101
3.3.4	置换与合一	103
3.3.5	归结式	106
3.3.6	归结过程	107
3.3.7	归结过程控制策略	109
3.4	Herbrand 定理	113
3.4.1	概述	113
3.4.2	H 域	114
3.4.3	H 解释	117
3.4.4	语义树与 Herbrand 定理	118
3.4.5	Herbrand 定理	120
3.4.6	Herbrand 定理与归结法的完备性	121
	习题	122
第 4 章	知识表示	125
4.1	概述	125
4.1.1	知识	126
4.1.2	知识表示	128
4.1.3	知识表示观	130
4.2	产生式表示	131
4.2.1	事实与规则的表示	131
4.2.2	产生式系统的结构	133
4.2.3	产生式系统的推理	134

4.2.4	产生式表示的特点	138
4.3	语义网络表示	139
4.3.1	语义网络的结构	139
4.3.2	基本的语义关系	140
4.3.3	语义网络的推理	144
4.3.4	语义网络表示法的特点	147
4.4	框架表示	148
4.4.1	框架结构	148
4.4.2	框架表示下的推理	151
4.4.3	框架表示法的特点	152
4.5	其他表示方法	153
4.5.1	脚本知识表示方法	153
4.5.2	过程性知识表示法	155
4.5.3	直接性知识表示方法	156
	习题	157
第5章	不确定性推理方法	159
5.1	概述	159
5.1.1	不确定性	159
5.1.2	不确定性推理的基本问题	161
5.1.3	不确定性推理方法的分类	163
5.2	概率论基础	163
5.2.1	随机事件	164
5.2.2	事件的概率	166
5.2.3	贝叶斯定理	169
5.2.4	信任几率	170
5.3	贝叶斯网络	171
5.3.1	贝叶斯网络基本概念	171
5.3.2	贝叶斯网络的推理模式	178
5.4	主观贝叶斯方法	181
5.4.1	规则的不确定性	181
5.4.2	证据的不确定性	184
5.4.3	推理计算	185
5.5	确定性方法	189

5.5.1	规则的不确定性度量	191
5.5.2	证据的不确定性度量	192
5.5.3	不确定性的传播与更新	193
5.5.4	问题	195
5.6	证据理论(D-S theory)	196
5.6.1	基本概念	196
5.6.2	证据的不确定性	198
5.6.3	规则的不确定性	200
5.6.4	推理计算	200
	习题	202
第 6 章	机器学习	205
6.1	概述	205
6.1.1	机器学习的基本概念	206
6.1.2	机器学习研究的意义	207
6.1.3	机器学习发展历史	209
6.1.4	机器学习分类	210
6.2	机器学习的基本系统结构	214
6.2.1	环境	215
6.2.2	知识库	215
6.2.3	学习环节	216
6.2.4	执行环节	216
6.3	实例学习	216
6.3.1	实例学习的基本概念	217
6.3.2	实例学习方法的分类	223
6.3.3	变型空间法	225
6.4	解释学习	230
6.4.1	解释学习的基本概念	230
6.4.2	解释学习方法	233
6.5	决策树学习	237
6.5.1	概述	237
6.5.2	ID3 算法	241
6.6	神经网络学习	245
6.6.1	神经网络基础	245

6.6.2	前馈型人工神经网络	253
6.6.3	自组织竞争人工神经网络	260
6.6.4	人工神经网络的应用	264
	习题	268
第7章	高级搜索	270
7.1	基本概念	270
7.1.1	组合优化问题	270
7.1.2	邻域	272
7.2	局部搜索算法	274
7.3	模拟退火算法	280
7.3.1	固体退火过程	280
7.3.2	模拟退火算法	284
7.3.3	参数的确定	288
7.3.4	应用举例——旅行商问题	296
7.4	遗传算法	300
7.4.1	生物进化与遗传算法	300
7.4.2	遗传算法的实现问题	308
	习题	322
	参考文献	323

第 0 章

绪 论

0.1 什么是人工智能

人类自古就幻想制造出代替人类工作的机器,我国在公元前 900 多年,就有歌舞机器人的记载;在公元 850 年,古希腊也有机器人帮助人们劳动的传说。英语机器人(Robot)一词就来自捷克作家卡雷尔·查培克的一部戏剧。卡雷尔·查培克(Karel Capek)在 1920 年写了一部名为《罗莎姆万能罗伯特公司(Rossum's Universal Robots)》的科幻剧。该剧描写了一批听命于人、进行各种日常劳动的人形机器,捷克语取名为 Robota,意为“苦力”、“劳役”,英语的 Robot 由此衍生而来。该剧演出后轰动一时,很快译传到国外。Robot 一词也就成了机器人的代名词。然而,在电子计算机出现之前,人工智能还只是幻想,无法成为现实。

现在所说的人工智能(artificial intelligence)是计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、语言学等多种学科互相渗透而发展起来的一门综合性新学科,其诞生可追溯到 20 世纪 50 年代中期。世界上第一台电子计算机诞生于 1946 年,到 1956 年已经有 10 年的发展历史了。随着电子计算机的快速发展,人们意识到除了单纯的数字计算以外,计算机可以帮助人们完成更多的事情。1956 年夏季,在美国 Dartmouth 大学,由年轻数学助教 J. McCarthy(现斯坦福大学教授)和他的三位朋友 M. Minsky(哈佛大学年轻数学和神经学家,现 MIT 教授)、N. Lochester (IBM 公司信息研究中心负责人)和 C. Shannon(贝尔实验室信息部数学研究员)共同发起,邀请 IBM 公司的 T. More 和 A. Samuel、MIT 的 O. Selfridge 和 R. Solomonff 以及 RAND 公司和 Carnegie 工科大学的 A. Newell 和 H. A. Simon(均为 CMU 教授)等人在美国的 Dartmouth 大学组织了一个夏季学术讨论班,历时两个月。这 10 位学者都是在数学、神经生理学、心理学和计算机科学等领域中从事教学和研究工作的学者,在会上第一次正式使用了人工智能(artificial intelligence, AI)这一术语,从而开创了人工智能这个研究学科。

什么是人工智能?这是一个至今仍然存在争议的问题。不同领域的研究者从不同的

角度给出了各自不同的定义。如 J. McCarthy 最早将人工智能定义为“使一部机器的反应方式就像是一个人在行动时所依据的智能”；J. Nilsson 认为“人工智能是关于知识的科学，即怎样表示知识、获取知识和使用知识的科学”；P. Winston 认为“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的富有智能的工作”；M. Minsky 把人工智能定义为“让机器做本需要人的智能才能够做到的事情的一门科学”；A. Feigenbaum 认为“人工智能是一个知识信息处理系统”。这些定义虽然各自不同，但也可以看出人工智能研究的是如何运用知识，以便像人类一样完成富有智能的工作。就人工智能的本质来说，可以认为人工智能是一门研究如何制造出人造的智能机器或智能系统，来模拟人类智能活动的的能力，以延伸人们智能的科学。

0.2 图灵测试^①

什么样的系统具有“智能”呢？著名计算机科学家图灵最早对这一问题进行了研究。1950年，图灵在一篇题为“计算机和智力”的论文中，提出了著名的“图灵测试”，以测试一个计算机系统是否具有智能。设想有一台计算机，一个人类志愿人员和一个测试者。计算机和志愿人员分别在两个房间中，测试者既看不到计算机，也看不到志愿人员。测试者的目的就是通过提问，以判断哪个房间中是计算机，哪个房间中是志愿人员。为防止通过非智力因素获取信息，测试者通过键盘提出问题，而计算机和志愿人员则均通过屏幕回答问题。测试者不允许从任何一方得到除了回答以外的任何信息。志愿人员真实地回答问题，并试图说服测试者自己这一方是人，而另一方是计算机。同样计算机也努力说服测试者自己一方是人，对方才是计算机。如果测试者在一系列的这种测试中，不能准确地判定出谁是计算机，谁是人，则说明该计算机通过了图灵测试，具有了图灵测试意义下的智能。

图灵测试完全是从机器是否很好地模拟了人的角度进行测试的。仔细思考就会发现这样的测试对计算机并不公平。因为在这个测试中，计算机为了不被测试者判断出自己是计算机，除了要很好地模拟人类的优点以外，还必须要模拟好人类的不足。计算机不但不能比人类愚蠢，也不能比人类聪明。因为任何与人类不相匹配的举动，都会被测试者立即识别出来。比如测试者提出一个复杂的计算问题，如果一方很快就给出正确的答案，则有非常充足的理由认为它是计算机，而不是人。因此有必要弱化图灵测试，只看计算机是否足够聪明就可以了，而没有必要把人类的不足也体现出来。在这个意义下，IBM 开发的会下国际象棋的“深蓝”计算机，在正式比赛中战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，可以认为是通过了图灵测试，至少是在国际象棋领域内是这样的。

事实上让计算机在某些方面变得愚蠢一些，并不是一件很困难的事，比如在进行数字

^① 本节及下一节的部分内容取材于罗杰·彭罗斯的《皇帝新脑》一书。

运算的时候,程序故意延长提交结果的时间,甚至有些时候故意出现一些错误,以迷惑测试者。真正让计算机感到困难的是一些常识问题。人类可以非常轻松地处理常识问题,但对于计算机来说却非常困难。比如测试者提出问题:“我听说,今天上午一头黄牛在长江上空飞行。你怎么理解此事?”也许计算机会谨慎地回答:“我听起来觉得这不可思议。”到此为止回答没有任何问题。但如果接下来测试者又继续提问:“是吗?我的叔叔试过一回,只不过黄牛是浅色的,并带有斑纹。这有什么不可思议的?”很容易想象,如果计算机没有理解这些问题,并且没有具备足够的常识,很快就会暴露自己是一台计算机,而不是一个人。

图灵自己也认为制造一台能通过图灵测试的计算机并不是一件容易的事,他曾经预言,在 50 年以后,当计算机的存储容量达到 10^9 的水平的时候,测试者有可能在连续交谈约 5 分钟后,以不超过 70% 的几率作出正确的判断。现在看来,图灵的预言并没有完全实现,从一般意义上讲,现在的计算机还达不到这样的智能程度。事实上很多人研究过计算机对话程序,早在 1966 年, J. Weizenbaum 就曾经编写过一个名为 Eliza 的程序,来模仿心理医生与一个女病人的对话。其对话片断如下,其中 P 表示病人, E 表示计算机程序。

P: 所有男人都一个样。

E: 这从何说起呢?

P: 他们总是这样和那样地找我们的麻烦。

E: 你能举一个例子吗?

P: 好吧,你瞧,我的男朋友叫我到这儿来。

E: 哦,你的男朋友叫你到这儿来。

P: 他说我显得精神沮丧已经很长时间了。

E: 听到你说你精神沮丧,我很同情。

P: 说真的,我很不高兴。

E: 你认为到这儿来能帮助你高兴起来吗?

P: 那当然,我需要帮助。

E: 如果你得到了帮助,那将意味着什么?

.....

这样的对话还能继续下去。如果不是故意提出一些为难的问题,得到的回答往往还能说得过去。如果你是一个旁观者,你能说这不是一个病人在与一个真正的心理医生在谈话吗?

对于人类来说容易求解的问题,对于计算机来说并不一定容易解决。像上面提到的常识问题,还有人脸识别问题等。即便是一个小孩,无论是从正面、侧面,甚至是背后,都能很容易认出自己的妈妈,哪怕是换了发型,戴了眼镜,也基本不会出错。但计算机人脸