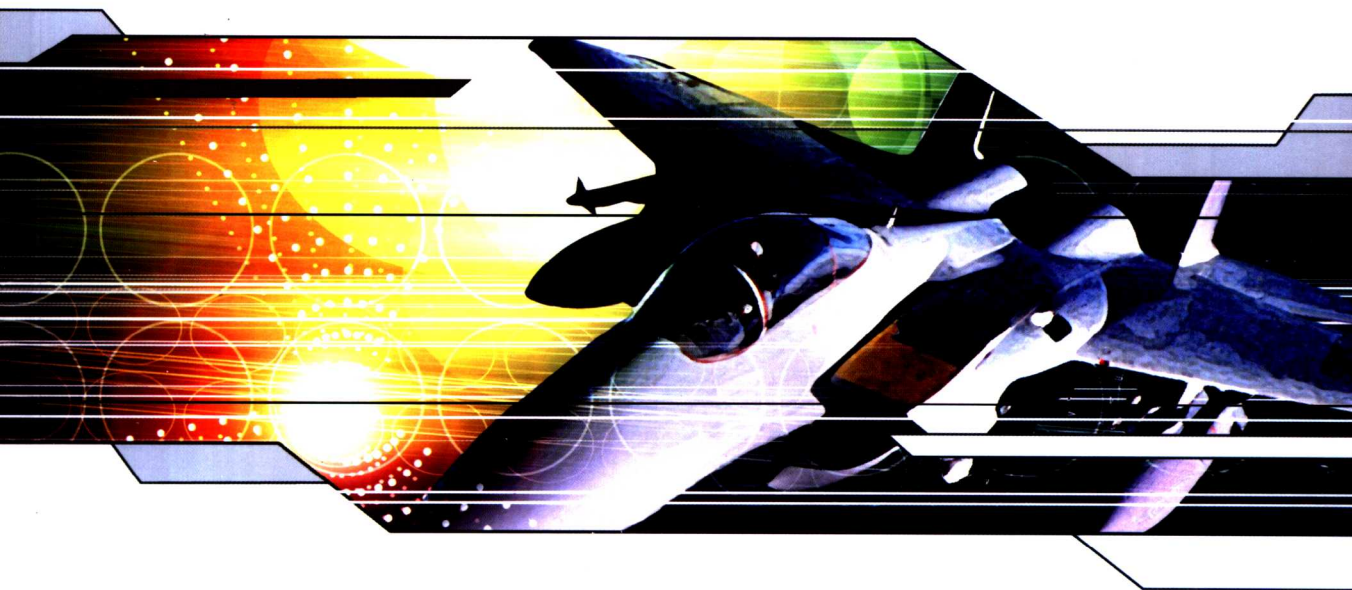




游戏开发与编程系列

人工智能游戏开发

—— 创造具有学习和反应能力的角色



北京希望电子出版社 总策划

[美] Alex J. Champanard 编 著

陈贵敏 冯兰胜 李萌萌 译



爱亿尔（北京）国际游戏开发院 审 校

New
Riders



中国环境科学出版社
China Environmental Science Press
www.cesp.com.cn



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhep.com.cn

NRG

人工智能游戏开发

—— 创造具有学习和反应能力的角色



北京希望电子出版社 总策划

[美] Alex J. Champandard 编 著

陈贵敏 冯兰胜 李萌萌 译



爱亿尔（北京）国际游戏开发院 审 校

New
Riders



中国环境科学出版社
China Environmental Science Press
www.cesp.com.cn



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

NRG

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能游戏开发 / (美) 钱潘德 (Champanard, A. J.) 著; 陈贵敏, 冯兰胜, 李萌萌译. —北京: 中国环境科学出版社, 2004.12

(游戏开发与编程系列)

原出版社: 培生教育集团分公司

ISBN 7-80163-888-3

I. 人… II. ①钱… ②陈… ③冯… ④李…

III. 人工智能—应用—游戏—软件开发 IV. ①G898 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 067395 号

内容提要

本书介绍如何创建具有真实行为的人工角色, 并使它们智能地作出反应。其中, 集中讨论了个体仿生机器人, 它的测试平台是一个真实的三维游戏, 而不是在命令提示或者简单的网格场景中运行的程序。

本书介绍了许多技术, 包括: 现代人工智能技术 (如神经网络、决策树、遗传分类器), 标准的控制机制 (如基于规则的系统 and 有限状态机)。每一种技术都有简要的叙述、直观的实例, 以及基于数学形式的理解进行理论描述。为了使这些抽象概念具体化, 本书包含了创建逼真 NPC 的实际应用, 可以使读者能够应用人工智能技术解决其他的问题。

版权声明

本书英文版名为: AI Game Development, 作者 Alex J. Champanard, 由 New Riders 出版, 版权归 New Riders 所有。本书中文版由 New Riders 授权出版, 译者陈贵敏、冯兰胜、李萌萌。未经出版者书面许可, 本书的任何部分不得以任何形式或手段复制或传播。

书 名 人工智能游戏开发

著 者 [美] Alex J. Champanard

译 者 陈贵敏 冯兰胜 李萌萌

总 策 划 北京希望电子出版社

责任编辑 苏金河 陈光辉 安 源 贾卫列

出 版 中国环境科学出版社 北京希望电子出版社

发 行 北京希望电子出版社

地 址 中国环境科学出版社 北京市崇文区广渠门内大街 16 号 (100062)

电话: (010) 67113409

网址: <http://www.cesp.cn> E-mail: cesp@sohu.com

北京希望电子出版社 北京市海淀区上地三街 9 号金隅嘉华大厦 C 座 610 (100085)

电话: (010) 82702660, 82702658, 62978181-103 或 238 (发行) 传真: 82702698

网址: <http://www.bhp.com.cn> E-mail: lwm@bhp.com.cn kobe@bhp.com.cn

经 销 各地新华书店 软件连锁店

排 版 希望图书输出中心 张月岭

印 刷 北京双青印刷厂

版次/印次 2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

开本/印张 787×1092 1/16 27.625 印张

字 数 655 千字

印 数 1~5000 册

书 号 ISBN 7-80163-888-3/TP·027

定 价 48.00 元

从游戏中学会生存（总序）

献给游戏创造者

游戏为什么受到重视

今天，越来越多的人不再把游戏看作小儿科，也不仅仅视其为一门艺术了。这大概要归功于全球每天数亿美元的市场业绩，抑或在金融危机中使一个国家经济转危为安的力挽狂澜作用。作为一种生存途径，日本、韩国深得游戏产业振兴经济的非凡要领。无数名不见经传的小人物靠游戏制作成为百万富翁，游戏经典之作的原创者则受到了超级明星般的待遇而被全世界的游戏玩家追捧着。

当游戏被视为艺术时，人们常常拿他与传统艺术形式作比较。认为游戏作为一门娱乐艺术形式，不同于诗歌、小说、戏剧、电影、电视等等传统艺术形式的根本点是“交互”，是“参与”。不错，游戏作为一个产业勃然兴起，确实离不开计算机和互联网。但就其对人类的根本作用而言，要比交互、参与这类技术层面的问题远为原始得多。

游戏比艺术起源更早

诗歌、小说、戏剧、电影、电视等等艺术的形成，依赖于语言文字的产生，因此其历史见于壁画与甲骨等人类考古学证据的发现，大约可以上溯到距今 5000 年前。

游戏却不仅仅属于人类。小猫玩线球，人们看到的只是小猫的兴趣盎然和乐此不疲，却不见在这种练习中小猫捕捉能力的提高：通过追逐线球，小猫强壮了自己的利爪，敏捷了全身的器官和肌腱。这种对后代的训练形式普遍存在于动物界，其历史至少可以追溯到对哺乳动物的考古学发现，并非最早的证据距今也已经有 6000 万年了。

从生存描述到生存模拟

作为对生存过程的一种描述，诗歌、小说、戏剧、电影、电视等等艺术，是把受体放在媒体之外，通过媒体的艺术感染力，使受体产生共鸣，令其产生沉浸感。

作为对生存过程的一种模拟，游戏则是创造一种虚拟环境，把受体放在媒体之中，使受体自己判断、决策和动作，通过反复操作媒体获得某种能力。数千万年以来，游戏使用着更直接的沉浸手段，让后代在沉浸中得到更实际的生存锻炼。

假如游戏不仅以娱乐为目的

由此可见，作为功能的界定，与游戏更接近的社会部类是教育，而不仅仅或不主要是娱乐。无怪乎国际游戏开发者协会（IGDA）活动负责人杰森·德拉·罗卡（Jason Della Rocca）在 2003 CHINAJOY 大会上的主题发言是《“严肃”游戏：游戏对社会经济的潜在影响》。他把“严肃”游戏（Serious Game）定义为“不以娱乐为主要目的游戏”，例举了训练市长的《模拟城市》、训练董事长的《虚拟领导》、训练员工的《直言者》、训练海军陆战队员的《DOOM》等经典游戏作品。在这一方面，美国确实走在了全世界的前面。早在 1994 年，美国海军陆战

队就成立了世界上第一个 Game 军事训练机构；1995 年，美国空军和陆军紧随其后，把游戏作为军队训练的有效辅助手段。总结这些经验，罗卡先生列出了游戏的适用领域依次为：

- 教育
- 国家政策
- 卫生保健
- 企业培训
- 其他

游戏可以创造未来

随着计算机的更加移动化、个性化，虚拟社会与现实社会的界限愈加模糊了。如今网游交易市场上的商业链，与现实市场上的买卖规则何其一致！试想，当我们的手机、腰带、手表甚至纽扣全都可以无线上网之后，谁还能够分清现实世界与虚拟世界的截然界限呢？

在虚拟世界与现实世界的直接联系中，虚拟世界的创造者可以把游戏里发展起来的生存新规则，通过游戏渠道传播到更大的范围，影响更多的人。换言之，游戏的创造者可以创造更加理想的未来。这就是：

- 改变工作生活方式
- 影响现有科学技术
- 增强综合国力
- 造福于社会

创造者在游戏中永生

回首 12 年前，中国最早的一批拓荒者进入了游戏开发领域。那时他们相信凭借坚定的信念和努力付出就可以确保成功。然而，游戏也是一种商业，他像其他行业一样受到财务、市场和管理等等条件的制约。在软件盗版和决策失误、管理失措的多重夹击下，许多人付出了惨重代价。然而这些付出换来的是生存经验的积累和生存能力的提高。在经过最初的游戏狂热到现在国际游戏市场的供不应求之后，更多的游戏开发从业者学会了在激烈竞争和快速变化的市场中生存。在游戏产业中，似乎并不遵守“胜者王侯败者寇”的法则，美酒的甘甜和血汗的腥涩都可以收入博物馆，正因为他们是历史的拓荒者。

今天，互联网给游戏带来了蓬勃发展的春天。大量资金裹挟着人才和技术进入游戏开发领域。然而，仿效、重复也跟着多起来了，类同题材和近似玩法的游戏产品充斥市场。巨大的风险潜藏随之，二八铁律决定了绝大多数仿效者的时空有限。因此，要想在游戏中获得永生，唯有创造，别无他途。

希望这套出自世界游戏创造高手的丛书能对梦想创造者有所帮助。

杨南征

爱亿尔（北京）国际游戏软件开发院院长
工商管理博士、作战模拟研究员

序

在读书的初稿时，它给我的第一个感觉是：“很好，正需要这样一本书”。

正需要有人写一本集中讨论游戏开发人员实际应用技术的，而不是重复一些老掉牙的学术研究游戏人工智能的书。

正需要有人把更多精力投入到创建比以往更为真实的 NPC，而更少把精力放在人工智能基础 路径搜索、体系结构、脚本编程等。

正需要有人展望一下未来的游戏人工智能、以及本书所讲述的技术是如何帮助开发人员实现他们的目标。

简言之，《*AI Game Development*》写的正是时候。

关于 Alex

值得高兴的是 Alex 做到了。我很多年前就认识 Alex 了，我想他太谦虚了，所以这些赞美的话他自己是不会说的，所以我要说。

Alex 是基于游戏人工智能的各种讨论会的一位资深撰稿人，还在这些地方做过发言。他的游戏人工智能方面的知识很渊博，并且思维敏捷。在每次 GDC（游戏开发大会）的人工智能会议的结尾问答部分中，他几乎都是坐在第一排，来回答提问者提出的有关发言内容的一些细节问题。几年中，他在人工智能不同方面发表了大量优秀的文章，我也看到，经过几届 GDC 大会，他的新式游戏人工智能（*nouvelle game AI*）方法也在慢慢地演变。可以回顾一些他几年前的早期作品，那样就会很清楚看到他的思想就扎根于此。

这也许是必然的，最终，他会把他的全部思想和经验都融为一本书。这就是 *AI Game Development*。

一些不同点

在人工智能领域中，从某种意义上说《*AI Game Development*》是一头怪兽，尤其是在和其他游戏人工智能参考书相比较的时候。虽然市面上有许多非常优秀的书，但它在帮助读者学习创建反应式人工智能、学习人工智能技术的方面，比多数图书更为优秀。

纵览全书，Alex 详细阐述了被他称为新式游戏人工智能的概念，即一个把反应式体系结构的原理和学习算法相结合的设计概念。这种结合使得开发人员能够开发出自主行为的人工智能生物。这些生物使用同样的基本算法及人工智能引擎函数，但它们是独立的主体，可以以自己的方式独立对其所处环境作出动作和反应。这种自主的个体可以本能地去适应新环境（起码在新环境中感觉不傻），如一个在线角色扮演类游戏中对一成不变的和演化的环境所表现出的本能。

这些设计概念听起来和我多年前在游戏产业界所说的概念几乎一样。当前开放式游戏的盛行，如 *The Sims*，*Freelancer* 和 *GTA3: Vice City* 等游戏，表明游戏玩家们喜欢那种具有身临其境的真实感觉的游戏，即游戏中的 NPC 都要“行为适当”。

满足这些要求正是本书的目标。从开篇有关基本的导航行为，到有关用知觉和情感来设计人工智能的细化章节，《*AI Game Development*》为读者们提供了必备的工具。这种工具能

够在未来几年内满足玩家的需求。

适合于每个人

在保持本书轻松诙谐风格的同时，Alex 又尽可能使它适合于每个人，这一点和其他图书有所不同。Alex 专注于教授设计技巧和工作技能，而不是提供一系列没有突出的、设计关联的松连接技术。本书的目的是为使用本书的人提供一套毋庸置疑、非常有用的人工智能技术。当然，同样为读者提供理解技术背后的理论的技能，并使用它们设计出自己的人工智能引擎。Alex 成功地做到了这一点，而没有像其他相似书籍中卷入到陈腐的学术理论中，坦白地说，这会是那些读过一大堆书的读者眼前一亮。

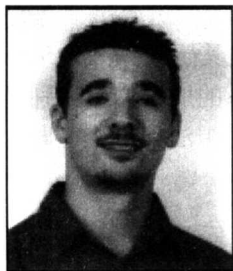
《*AI Game Development*》一书适合于每个人。不管读者是一位想要为最新的第一人称射手创建一个新电脑对手的业余爱好者，还是一位曾经在多个游戏工程中学到一些新技术的游戏开发人员，或者仅仅是一位想更好地理解所玩游戏的信息搜寻者，这本书都会对你们有所帮助。即使你不喜欢浏览代码，本书的演示程序玩儿起来很有意思，而且，本书所展现的原理也简化到玩家能够突出在论坛中他们最喜欢的开发人员，以使他们更多地专注于更优秀的游戏人工智能（相信我；我们这些游戏人工智能开发人员需要所有游戏玩家的支持！）

好了，靠着椅子靠背，打开笔记本电脑，准备享受学习游戏人工智能的乐趣吧。本书讨论了游戏人工智能的未来；这也是值得注意的。

Steven Woodcock
GameAI.com 的创始人

前言

作者简介



Alex J. Champandard 在人工智能方面具有很高的学术声望，他拥有 York 和 Edinburgh 大学的科学与工程学学位。他经常谈论自己对人工智能的研究。特别的是，他还在 Game Developers Conference 上组织一个有关学习人工智能的圆桌会议。作为 FEAR 工程（一个开放源代码的游戏人工智能工程）的核心程序员，他与职业程序员就把最先进的原型集成到商业游戏中进行商讨。作为 AI-Depot（一个人工智能的大众社区）的创始人，他定期给人工智能爱好者们做辅导。Alex 为 *AI Game Programming Wisdom* 丛书写过大量文章。还是人工智能接口标准委员会的一员，这个委员会致力于定义游戏人工智能技术的通用规格。

技术审阅人简介

这些评论人凭借大量的专业经验，为《*AI Game Development*》整个的写作过程做了大量的贡献，这些忘我的专业人员审阅了所有的技术内容、组织和流程。他们的反馈信息对保证了本书满足读者对高质量技术信息的需求是至关重要的。

Eric Dybsand 已经完成了一系列关于 AI middleware 的文章，预计在今年晚些的时候与读者见面。他为许多电脑游戏做过顾问，包括 *Full Spectrum Command*（美军采用的战术命令模拟器），MOO3 的战略人工智能，以及赛跑、棒球和摔跤等游戏。还为实时战略游戏 *Enemy Nations*、第一人称射击游戏 *Rebel Moon Revolution* 和 *War in Heaven*，以及大量回合制战争游戏开发出基于人工智能的对手。Eric 自从 1987 年投身到电脑游戏人工智能中以来，做过游戏设计、编程和测试工作，还是《*Game Programming Gems*》（译为《游戏编程精粹》，人民邮电出版社）和 *AI Wisdom* 系列的特约作家。

Neil Kirby 是一名贝尔实验室的技术人员，朗讯技术公司的研发要员。现在正在研究.NET 解决方案。以前做过语音识别软件，还在大学教过书。Neil 在 Ohio 州立大学获得计算机科学硕士学位，是游戏开发大会中人工智能圆桌会议的主席之一。现在他和妻子、儿子生活在 Ohio 州中部。

Francois Laramee，从 1991 年起就进入了交互娱乐行业。已经设计、制作、编写和计划 20 多种运行在各种平台上的游戏。还写了 2 本书：《*Game Design Perspectives*》和《*Secrets of the Game Business*》，以及大量文章和数篇短篇小说。他在 2 所不同的大学分别获得了管理和计算机科学的硕士学位，还是一位兼职的喜剧作家，尽管在 1998 年成为自由作家，但他没有停止写作。他个人网址是 <http://pages.infnit.net/idjy>。

感谢

如果没有 Andy Coates 的帮助和 Linden Hutchinson 的鼓励，本书就不可能出版。我也衷心感谢我的家人，他们在过去的几个月给了我莫大的支持，他们都非常紧张（家人和时间都如

此)。特别感谢我的妹妹 *Jess*，感谢她没有推辞帮我写本书。所以让我在“感谢”中多加几行。

非常感谢人工智能大师 *Neil Kirby*、*Eric Dybsand*、和 *François Dominic Laramee*，是对初稿进行的技术审阅。如果没有他们富有洞察力的见解以及一针见血的分析，就没有今天的本书。我的意思是，如果没有他们的帮助，这本书就不能如此完美。感谢 *Steve Woodcock* 给本书写序。同样感谢 New Riders 出版公司的 *Lisa Thibault* 和 *Stephanie Wall*，他们使我的整个写作过程变得轻松了许多！

还有参加 FEAR 工程的朋友们，感谢你们的陪伴和富有成效的讨论，尤其感谢 *Max Dennis Lüsebrink* 和 *Thomas Webber*。同样深深地感谢 Edinburgh 大学人工智能系的朋友们，特别是 *Tim Lukins*，*Jay Bradley*，和 *Ignasi Cos Aguilere*，他们为本书提供了许多的想法和讨论主题。

回信

作为本书的读者，您就是本书最重要的批评家和评论员。我们非常重视您的意见，并想从中知道我们哪些地方做得好，哪些地方需要进一步完善，什么内容是你们希望看到的，以及你乐意告诉我们的金玉良言。

作为 New Riders 出版公司的发行人，我热忱欢迎您为我们提供宝贵的建议。您可以传真、发 Email 或者直接写信给我，让我知道您为什么喜欢、或为什么不喜欢本书。以及我们如何才能使本书更加完善。在写信的时候，请务必把本书的名称、ISBN 号和作者包含进去，以及您的名字和电话号码或传真号码。我将和本书的作者、编辑们一起分享您的建议。

请注意，我不能帮您解决涉及本书内容的技术问题，而且，由于我经常收到大量电子邮件，所以请原谅我不可能对每个收到的信息都做出回复。

传 真： 317-428-3280

Email: stephanie.wall@newriders.com

通信地址: *Stephanie Wall*

Publisher

New Riders Publishing

800 East 96th Street

3rd Floor

Indianapolis, IN 46240 USA

译者序

这是迄今为止我见过的最全面地介绍如何在非对弈游戏中使用人工智能的书！可以说，此书的原版填补了外文书这方面的空缺，而译本的出版填补了国内游戏设计领域的空白。

毫无疑问，游戏是一种人工智能“密集型”的产品，尤其是即时战略游戏、角色扮演游戏以及棋牌游戏（本书主要讨论前两者）。对于读者来说，通过游戏学习人工智能，于娱乐间学习艰深难懂的知识，可谓是一件幸事！无论你是游戏玩家还是游戏开发人员或者其他类型的读者，只要你喜爱游戏和人工智能，这本书便适合你阅读。另外，如果你是一位人工智能的爱好者，只要你不从事人工智能理论研究，这本书也是非常不错的读物。

在这本书里，Alex 保持了他一贯轻松、诙谐的风格，尤其在讲述人工智能的基本理论时深入浅出的分析，再配以实例和图解，使得这些内容浅显易懂。同时，作者又凭借自己多年来在游戏人工智能开发实践中积累的经验，给读者提供了大量非常珍贵的意见，毫无疑问，这些珍贵意见将为每一位游戏开发者在游戏开发的坎坷道路上指明方向，扫清疑问。当然，这本书不可能也无意成为游戏开发中的“百科全书”，但是它为开发人员带来的是对人工智能的全新理解。

全书共有 8 大部分，共 50 章。有关该书内容的进一步介绍，请参考作者的“简介”，这里不再赘述。

本书由陈贵敏、冯兰胜和李萌萌主译，参与翻译工作的人还有刘小院、赵剑、韩琪、郭永献、侯晓慧和荆超。

由于时间仓促，疏漏之处在所难免，望广大读者多提宝贵意见。

简介

《AI Game Development》解释了如何创建具有真实行为的人工角色，集中讨论了个体仿生机器人。这些仿生机器人就是置于虚拟场景中的人造躯体的自主生物。人工智能编程人员的工作是提供独一无二的技能和能力，使他们能够和所处的环境进行交互。

通过此书的学习，可以学到建立这种自主的人工智能角色，并使它们智能地做出反应。测试平台是一个真实的三维游戏，而不是在命令提示或者处理简单的网格场景中运行的程序。

为了达到令人满意的智能化和真实性，本书介绍了许多技术，包括现代人工智能技术（诸如神经网络、决策树、遗传分类器、以及强化学习）。还有标准的控制机制，在过去几十年里，这种机制在游戏行业中一直占有不可替代地位（如基于规则的系统 and 有限状态机）。每一种技术都用简要的叙述、直观的例子，以及基于数学形式的理解进行理论描述。为了使这些抽象概念具体化，本书包含了创建逼真的 NPC 的实际应用。这种理论和实际理解将会使我们能够练习应用人工智能技术解决其他问题。

仅从编程技能角度来说，我们会为创建自主角色而建立一套方法学，并人工智能的发展过程进行全面的研究。通过例子，将洞悉游戏人工智能工程师所面临的常见问题，并建立起如何以结构化的方法解决这些问题。

《AI Game Development》独到地将人工智能开发的理论、实践和概念相互结合起来。例如在接下来的三章中，将探索神经网络，使电脑对手用火箭互相攻击，并学习关于理解一般人工智能问题的一课。这些除了是有一种有价值的教育体验之外，还是一种特殊的娱乐方式！

为什么要学习和反应式行为

仿生机器人方法强调创建真实生物的智能行为。这强调了人工智能开发的本质，而不仅仅是程序设计和优化理论算法。在专业游戏人工智能中，职责的平衡很重要。

这种方法（其中配有新式游戏人工智能）展现了如何通过将流行技术融入到现代学术人工智能中的办法来在实际使用中处理现代人工智能。正如游戏人工智能开发过程中面临的新挑战（如增加智能化、效率和真实性）一样，来自其他成熟学科的知识也变得必不可少。本书中游戏人工智能的方法可以看作如下 3 个领域的研究的结合：

- 新式人工智能研究了置于真实场景中的具体化系统（如游戏角色）。
- 反应式体系结构用分布式组件（distributed components）提供控制，分布式组件能够对环境直接地做出反应。
- 用于自适应行为仿真的学习技术创建带有智能能力的生物。

本书让我们清楚看到了新式游戏人工智能作为电脑游戏的现代思想的应用。相信它们可以以 4 种方式应用于游戏（将在下面部分讨论）来提高可信度并简化开发。

注意：和“标准”的游戏人工智能相比较，这种方法有一些缺陷。所以我们会提供 2 种方法以决定什么时候新式游戏人工智能适用，什么时候不适用。注意，我们会找到用确定的方法结合学习的方法，并使具体化生效。这样能够将技术完美地融合，从而为 NPC 创作出最适宜的人工智能——2 种方法优点的结合。

具体化使得人工生物更加真实，从而改善可信度

行为研究表明，可信度来自对生物躯体的精确模拟，特别它们与环境的相互作用。当把这些生物似是而非地受到知觉和动作的约束时，如果把人工智能看作一个大脑，那么真实性就是它的一个副产品。我们不再需要对每个设计细节进行“伪造”，仿生机器人即使在既定范围之外，其表现仍然真实可信。

境遇促进了非玩家角色的开发并改进了学习人工智能的优点

具体化系统主要受它们周围物体的影响。通过感知，仅收集到局部的信息，这和人类或生物与他们所处环境的相互作用的方式一样。这就自动地把相关性小的信息过滤掉了，极大地简化了开发智能行为时遇到的问题。无论在理论上还是实践中。基于感知到的情形的计算动作的过程非常简明。因为同样的原因，学习技术能够执行得更好，能减少潜在的问题并提高执行效率。

反应式人工智能体系结构是控制游戏角色的理想选择

和实际生物一样，仿生机器人肯定会对环境刺激做出反应。因为环境中的形势多种多样，所以非常合适于为不同的人工智能组件提供反应。同时，这些独立的组件可以组成反应式体系结构，以增加它们的处理能力。体系结构有很多种类型，但是，由于反应式体系结构的可靠性和简单性，它很适用于智能控制，并且它常常为更加复杂的技术提供参考。

游戏人工智能开发流水线可从用于创建具体生物的方法学中获益

具体化使大脑和躯体分离开。在游戏引擎中，这明显地把人工智能同游戏逻辑区别开来，甚至仿真场景本身。这大大简化了设计决策。在游戏开发过程中，仿生机器人往往以增量的方式创建的，通过试验验证系统。这是一个保证真实性和鲁棒性的很好的方法。最后，反应式体系结构本身是模块化的，在实现和测试过程中，它允许使用分治法（divide-and-conquer）的范式。

本书的对象

《*AI Game Development*》的读者对象是那些想了解人工智能和想把所学知识实际应用到游戏中的人。特别是本书是为下列人员所写的：

- 人工智能爱好者，他们想以最实用的方式进行学习：通过电脑游戏。

多数人仅仅只有在实际应用中才能理解人工智能。电脑游戏中的人工角色通过可感知的行为给人工智能带来活力。本书为了揭示游戏人工智能的本质，所以隐藏了游戏引擎中的复杂性。这非常适合于教学目的。

- 业余游戏开发人员，想在其喜欢的游戏中增加智能生物（或者是自己设计的游戏）。

本书讲述了人工智能与游戏引擎之间的通用接口，重新实现这些接口允许你简单地将人工智能集成到传统的游戏中，而且所有的演示程序和人工智能技术对多数视频游戏都适用。

- 对现代人工智能技术和创作人工生物的方法感兴趣的编程人员。

创作可信、真实的行为不仅仅是纯粹的程序设计。《*AI Game Development*》解释了如何在理论和实践中使用人工智能技术，并指出了这种技术的好处。同时还讨论了在人工智能生产流水线过程中的方法学。

➤ 职业游戏开发人员，为了增强 NPC，他们渴望研究新的人工智能方法。

在人工智能开发中，已经看到了 2 个新概念：学习和具体化。和反应式系统一样，对于他们在商业游戏上的应用，本书做了详细研究。

本书还讨论了游戏人工智能工程中的通用技能，而不仅仅是算法的描述。对那些想使用现有代码的人来说，假设他们具有使用 C++ 语言的经验；要把这种思想集成到传统游戏方面，游戏引擎结构的知识有一个明显的优势。但是，不需要后者，因为游戏的框架已经确定好了。

本书是如何组织的

《AI Game Development》按照部分、章、节、句子、词语来划分。和其他书相比较，这里没有任何改进！在游戏人工智能的实践精神指导下，本书的每一部分都包含了创建 NPC 的一个方面，如移动或战斗。游戏角色的能力是一步一步创建完成的，到以第一人称射手身份可以学习玩死亡竞赛游戏的人工智能而告终。在角色能力不断提高的过程中，将研究开发背后的概念，对那些独立的游戏人工智能工程师来说，本书会非常有价值。

每部分的各个章节相当于人工智能“产物”不同的成长阶段：

- 1、分析平台
- 2、理解问题
- 3、设计规格书
- 4、实现简单的原型
- 5、研究人工智能理论
- 6、开发模块化组件
- 7、把技术应用于问题
- 8、试验结果
- 9、测试解决方案
- 10、优化模型

在本书学习过程中，虽然我们会在各章节中会有一些小的差异，但是以上步骤是每部分基本的写作计划。

网址是什么

本书的专用网站是 <http://AiGameDev.com>。网站有很多有价值的在线学习的资源，在许多方面都扩展了本书的内容，使读者感受一次真正的多媒体体验。框架的所有源代码在网上都可以找到，还有演示程序和补充材料，包含如下内容：

- 对每个演示程序按部就班的指导
- 带有提示和解决方案的习题
- 游戏人工智能的专家论坛
- 邮件列表通告

支持演示程序的框架是一个开放源码的工程，称为柔性具体仿生机器人体系结构 (Flexible Embodied Animat Rchitecture, FEAR)。为了减少用于实现人工智能和测试仿生机器人的准备工作，此工程提供了强大的基础。其代码库也在迅速地演变，可以在 SourceForge 的主页 <http://fear.sf.net> 的代码库基础上进行开发。强烈建议参与到此工程中来，主动为它的发展做贡献。

献。FEAR 已经成为参考开放源的游戏人工智能框架，试想一下，你会为它带来什么样的变化！

需要哪些软件

支持本书的基本操作系统是 Windows 任何最新的版本都可以。最重要的是，为了扩展演示程序并试着练习，需要一个 C++ 编译程序。Visual C++6.0 和 .NET 都是合适的选择，不过，代码也可以用 Dev C++ 编译（它是一个免费的开发环境）。

强烈推荐的人工智能游戏平台是 id Software 公司的 *Quake2*。仅通过应用 *Quake2* 演示版的工具（可免费获得）就可以运行例子，但是在视觉上有一些限制。如果想看地图、材质和对象，就需要完整版的游戏。

目 录

第一部分 概述

第 1 章 电脑游戏中的人工智能	- 2 -
1.1 人工智能概述	- 2 -
1.2 电脑游戏与人工智能	- 4 -
1.3 游戏人工智能的现状	- 4 -
1.4 设计人员与人工智能	- 5 -
1.5 游戏编程中的人工智能	- 7 -
第 2 章 智能设计	- 8 -
2.1 工程师的观点	- 8 -
2.2 传统方法	- 8 -
2.3 现代方法	- 9 -
2.4 所需的背景	- 15 -
2.5 人工智能开发过程	- 16 -
2.6 总结	- 17 -
第 3 章 反应式方法	- 18 -
3.1 定义	- 18 -
3.2 行为: 规划与反应	- 19 -
3.3 游戏开发中的反应式技术	- 21 -
3.4 体系结构	- 22 -
3.5 总结	- 25 -
第 4 章 FEAR: 实验用平台	- 26 -
4.1 技术概观	- 26 -
4.2 外部接口	- 27 -
4.3 模块	- 28 -
4.4 灵活的结构	- 28 -
4.5 创建一个仿生机器人	- 29 -
4.6 总结	- 29 -

第二部分 移 动

第 5 章 游戏世界中的移动	- 33 -
5.1 环境和空间	- 33 -
5.2 游戏世界的类型	- 34 -
5.3 处理移动	- 37 -
5.4 假设	- 37 -

5.5 测试条件	- 38 -
5.6 总结	- 38 -
第 6 章 移动能力	- 39 -
6.1 导航的技巧	- 39 -
6.2 游戏中的机器人和移动	- 40 -
6.3 仿生机器人的自主导航	- 41 -
6.4 运动的标准	- 41 -
6.5 实例研究	- 42 -
6.6 总结	- 43 -
第 7 章 分析和理解	- 44 -
7.1 整体概括	- 44 -
7.2 分析阶段	- 45 -
7.3 理解阶段	- 47 -
7.4 一般性的建议	- 48 -
7.5 总结	- 48 -
第 8 章 形式化运动	- 50 -
8.1 背景回顾	- 50 -
8.2 可行方案简述	- 51 -
8.3 合理化	- 53 -
8.4 建议规格书	- 54 -
8.5 总结	- 55 -
第 9 章 规格书和知识表达	- 56 -
9.1 正式规格书的概述	- 56 -
9.2 知识表达	- 57 -
9.3 知识表达形式	- 57 -
9.4 规范过程	- 59 -
9.5 讨论	- 61 -
9.6 总结	- 62 -
第 10 章 操纵行为躲避障碍物	- 63 -
10.1 人工生命概述	- 63 -
10.2 算法	- 65 -
10.3 最初草稿	- 65 -
10.4 评估	- 68 -
10.5 总结	- 69 -

第 11 章 基于规则的系统	- 70 -
11.1 背景	- 70 -
11.2 组件概述	- 71 -
11.3 理论和知识	- 76 -
11.4 讨论	- 78 -
11.5 总结	- 80 -
第 12 章 通过基于规则的系统合成运动 ...	- 81 -
12.1 案例研究	- 81 -
12.2 理论基础	- 82 -
12.3 基于规则的系统的模块化设计	- 83 -
12.4 实现	- 85 -
12.5 应用	- 86 -
12.6 评估	- 87 -
12.7 总结	- 88 -
结论	- 89 -
一、整体回顾	- 89 -
二、展望	- 89 -
第三部分 学习射击	
第 13 章 战斗设置	- 93 -
13.1 军械库	- 93 -
13.2 武器的必要条件	- 94 -
13.3 环境条件	- 95 -
13.4 培 训 区	- 95 -
13.5 总结	- 95 -
第 14 章 玩家的射击技能	- 97 -
14.1 战斗的技巧	- 97 -
14.2 游戏技能	- 98 -
14.3 射击的评价标准	- 99 -
14.4 案例研究	- 100 -
14.5 总结	- 100 -
第 15 章 射击	- 102 -
15.1 背景	- 102 -
15.2 可选择情况概述	- 103 -
15.3 合理化过程	- 104 -
15.4 建议规格书	- 105 -
15.5 总结	- 106 -
第 16 章 预测的物理学知识	- 108 -

16.1 基础知识	- 108 -
16.2 理想的交点	- 109 -
16.3 预测行为	- 110 -
16.4 仿真算法	- 111 -
16.5 实验	- 112 -
16.6 评估	- 113 -
16.7 总结	- 113 -
第 17 章 感知器	- 114 -
17.1 感知器的历史	- 114 -
17.2 模型概要	- 115 -
17.3 仿真	- 116 -
17.4 最优化技术介绍	- 118 -
17.5 感知器权值的优化	- 123 -
17.6 训练过程	- 125 -
17.7 图形解释	- 128 -
17.8 总结	- 129 -
第 18 章 处理瞄准过程中的误差	- 130 -
18.1 动量和摩擦	- 130 -
18.2 处理误差	- 132 -
18.3 评价	- 134 -
18.4 总结	- 134 -
第 19 章 多层感知器	- 135 -
19.1 感知器的发展历史	- 135 -
19.2 模型综述	- 135 -
19.3 模拟仿真	- 139 -
19.4 相关的生物学技术	- 139 -
19.5 训练算法	- 141 -
19.6 实际问题	- 147 -
19.7 讨论	- 149 -
19.8 总结	- 149 -
第 20 章 选择目标	- 151 -
20.1 案例研究	- 151 -
20.2 基本原理	- 152 -
20.3 模块化设计	- 152 -
20.4 实现	- 153 -
20.5 应用	- 154 -
20.6 评估	- 157 -
20.7 总结	- 157 -

第 21 章 问题的知识	- 158 -
21.1 黑盒理解	- 158 -
21.2 基本知识	- 160 -
21.3 基本理解	- 162 -
21.4 提炼问题	- 164 -
21.5 方法论	- 165 -
21.6 总结	- 167 -
结论	- 169 -
一、总回顾	- 169 -
二、展望	- 170 -

第四部分 武器的选择

第 22 章 战斗环境	- 173 -
22.1 武器属性	- 173 -
22.2 武器的适用性	- 174 -
22.3 训练域	- 176 -
22.4 总结	- 176 -
第 23 章 武器的选择	- 178 -
23.1 请求选择	- 178 -
23.2 实际中的评估过程	- 179 -
23.3 武器选择的标准	- 180 -
23.4 案例研究	- 181 -
23.5 总结	- 181 -
第 24 章 武器选择的定制	- 183 -
24.1 草拟可能的选择	- 183 -
24.2 合理化	- 185 -
24.3 推荐的规范	- 185 -
24.4 总结	- 187 -
第 25 章 编制战术决策	- 188 -
25.1 脚本语言基础	- 188 -
25.2 使用脚本的武器选择	- 190 -
25.3 评估	- 193 -
25.4 总结	- 193 -
第 26 章 分类树和回归树	- 195 -
26.1 决策树的表示	- 195 -
26.2 分类与回归	- 198 -
26.3 树的引入	- 200 -
26.4 训练步骤	- 203 -

26.5 讨论	- 204 -
26.6 总结	- 204 -
第 27 章 得出武器评估	- 206 -
27.1 4 种不同的方法	- 206 -
27.2 基本原理	- 208 -
27.3 模块设计	- 209 -
27.4 实现	- 210 -
27.5 应用	- 211 -
27.6 评估	- 214 -
27.7 总结	- 214 -

第 28 章 解决方案理解	- 216 -
28.1 解决方案的复杂性	- 216 -
28.2 搜寻空间	- 218 -
28.3 用不同的方法得到解决方案	- 220 -
28.4 总结	- 221 -
结论	- 222 -
一、概要回顾	- 222 -
二、展望	- 222 -

第五部分 使用物品和对象

第 29 章 分析与规范	- 225 -
29.1 场景中的对象	- 225 -
29.2 行为增强	- 226 -
29.3 规范	- 228 -
29.4 总结	- 229 -
第 30 章 模糊逻辑	- 231 -
30.1 集合逻辑的延伸	- 231 -
30.2 模糊表示法及变换	- 234 -
30.3 模糊逻辑	- 237 -
30.4 模糊控制与决策	- 238 -
30.5 讨论	- 242 -
30.6 总结	- 243 -
第 31 章 模糊系统增强移动行为	- 244 -
31.1 模糊变量和隶属函数	- 244 -
31.2 模糊规则	- 245 -
31.3 模块化设计	- 247 -
31.4 评价	- 249 -
31.5 总结	- 250 -