

## ВВЕДЕНИЕ

В книге *Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия* показано, как создать синтетические персонажи с реалистичными формами поведения, сосредоточиваясь на отдельных аниматах. *Аниматы* — автономные создания с искусственным телом, находящиеся в виртуальном мире. Перед программистами, разрабатывающими средства ИИ, стоит задача предоставить аниматам уникальные навыки и возможности, позволяющие им взаимодействовать со своей средой.

Настоящая книга посвящена описанию того, как создавать подобные автономные персонажи, основанные на использовании средств ИИ, и заставлять их интеллектуально реагировать на происходящие события. В качестве испытательной площадки применяется реалистичная трехмерная игра, а не программы, запускаемые из приглашения к вводу команд или основанные на использовании простых миров в виде координатной сетки.

В этой книге представлен ряд методов, позволяющих достичь удовлетворительных уровней интеллектуальности и реалистичности, в том числе современные методы ИИ (такие, как нейронные сети, деревья решений, генетические классификаторы и методы обучения с подкреплением), а также описаны стандартные механизмы управления, которые в течение многих десятилетий находились в центре внимания игровой индустрии (такие, как системы, основанные на правилах, и конечные автоматы). При описании каждого метода кратко представлены теоретические основы, приведены наглядные примеры, а также даны формальные пояснения на основе математических выкладок. В книге рассматриваются практические приложения, в которых применяются реалистичные несобственные персонажи (NonPlayer Character — NPC), представляющие собой наглядную иллюстрацию излагаемых абстрактных понятий. После такого описания теоретических и практических аспектов с помощью упражнений показано, что методы ИИ могут применяться также для решения других задач.

Опираясь исключительно на навыки программирования, мы подготовим ряд методологий создания автономных персонажей и исследуем процесс разработки средств ИИ от самых его основ. С использованием примеров мы сможем получить представление о тех проблемах, с которыми обычно сталкиваются создатели игровых средств ИИ, а также определить, как должен быть организован формальный подход к решению этих проблем.

Книга *Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия* представляет собой уникальное сочетание теоретических основ, практических рекомендаций и определений основных понятий, относящихся к области разработки средств ИИ. В частности, оказалось достаточно трех глав, чтобы описать нейронные сети, научить боты расстреливать друг друга ракетами и сделать выводы о том, как в целом следует подходить к анализу проблем ИИ. Но настоящая книга не только может послужить ценным учебным пособием, но и является очень интересной!

## Необходимость в использовании обучения и активизируемых форм поведения

Со временем сложилось полное понимание того, что интеллектуальные формы поведения должны быть воплощены в подлинных созданиях, и на основе этого понимания зародился подход, предусматривающий применение аниматов. Из этого следует, что важно, прежде всего, заниматься разработкой средств ИИ, а не просто программированием и оптимизацией классических алгоритмов. Люди, посвятившие свою жизнь созданию игровых средств ИИ, должны уделять равное внимание всем направлениям своей деятельности.

Этот подход (условно названный нами *разработкой современных игровых средств ИИ*) показывает, как воплотить на практике новейшие теоретические достижения в области игровых средств ИИ в сочетании с технологией, завоевавшей признание пользователей. По мере того как перед разработчиками игровых средств ИИ встают все новые и новые задачи (в связи с растущей потребностью в обеспечении интеллектуальности, эффективности и реалистичности), становится все более важным заимствование достижений других сложившихся научных дисциплин. Подход к созданию игровых средств ИИ, описанный в настоящей книге, может рассматриваться как совместное использование результатов следующих трех областей исследования.

- Новейшие исследования по искусственному интеллекту, которые направлены на изучение воплощенных систем, действительно находящихся в реалистичных мирах (таких, как игровые персонажи).
- Работы по созданию активизируемых архитектур, обеспечивающих управление компонентами, распределенными в среде, которые немедленно реагируют на изменение обстановки.
- Методики обучения, используемые для моделирования адаптивных форм поведения, которые позволяют искусственным созданиям приобрести интеллектуальные возможности.

Эта книга показывает, что современные игровые средства ИИ могут служить приложением этих современных идей к компьютерным играм. Мы полагаем, что эти идеи могут применяться к играм в четырех направлениях (как описано в следующих подразделах), и это будет способствовать повышению правдоподобности и упрощению разработки.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Разумеется, этот подход характеризуется некоторыми недостатками по сравнению со “стандартным” подходом к созданию игровых средств ИИ. По возможности, мы будем представлять оба подхода, что позволит проще решить, в каких случаях желательно применять современный подход к разработке игровых средств ИИ и в каких это не столь желательно. Особенно следует обратить внимание на то, что в книге показаны способы объединения алгоритмов обучения с другими сложившимися алгоритмами, позволяющие эффективно решать задачу воплощения. Это дает возможность использовать идеальное сочетание технологий для создания наиболее подходящих средств ИИ применительно к несобственным персонажам, объединяя преимущества обоих подходов.

### **Применение способов воплощения для создания более полноценных синтетических существ, что способствует повышению правдоподобия**

Поведенческие исследования показывают, что правдоподобности нельзя достичь без точного моделирования движений тела синтетических созданий, особенно при их взаимодействии со средой. Соблюдение таких биологически правдоподобных ограничений применительно к восприятиям и действиям позволяет достичь реалистичности как побочного продукта применения средств ИИ в качестве мозга для синтетических созданий. Это означает, что исключается необходимость при осуществлении проекта моделировать каждый нюанс, и при этом аниматы остаются правдоподобными даже вне той области применения, для которой они предназначены.

### **Применение несобственных персонажей, способных реагировать на ситуацию, что позволяет упростить их разработку и реализовать преимущества обучающихся средств ИИ**

Наиболее адекватно реагировать на непосредственно окружающую их среду способны именно воплощенные системы. Используя средства восприятия, воплощенные системы собирают только необходимую им локальную информацию, по аналогии с тем, как люди или животные взаимодействуют со своей средой. Благодаря этому появляется возможность автоматически отфильтровать менее релевантную информацию, что весьма способствует упрощению задачи разработки интеллектуальных форм поведения, как в теории, так и на практике. Процесс вычисления действия на основе воспринятой ситуации становится почти прямолинейным. По той же причине повышается эффективность применения методик обучения, что способствует уменьшению потенциальных проблем и повышению продуктивности труда разработчиков.

### **Применение активизируемых архитектур ИИ, идеально приспособленных для управления игровыми персонажами**

Как и живые существа, аниматы должны реагировать на стимулы, поступающие из внешней среды. Возникающие ситуации относятся к разным типам, поэтому чаще всего целесообразно использовать для выработки реакций разные компоненты средств ИИ. Эти независимые компоненты, отдельно взятые, могут быть организованы в виде активизируемой архитектуры, что позволяет расширить их возможности. Количество всевозможных типов архитектур весьма велико, но для управления интеллектуальным поведением в большей степени подходят активизируемые, благодаря их надежности и простоте, поэтому такие архитектуры часто служат в качестве фундамента для более сложных методик.

## Возможность перехода к конвейерной разработке игровых средств ИИ на основе методологий, используемых для создания воплощенных сущностей

Воплощение предусматривает отделение компонентов, представляющих мозг, от компонентов, представляющих тело. Применительно к игровой машине это означает, что должны быть проведены явные различия между средствами ИИ и игровой логикой, и даже должно быть отдельно организовано моделирование самого мира игры, а это чрезвычайно способствует упрощению проектных решений. Что же касается разработки, то создание аниматов обычно осуществляется инкрементно, и при этом каждый раз проводится проверка системы с помощью экспериментов. Это — превосходная методология, обеспечивающая реалистичность и надежность. Наконец, активизируемые архитектуры по самой своей сути являются модульными, что позволяет организовать работу по принципу “разделяй и властвуй” и в процессе реализации, и в ходе тестирования.

---

## Для кого предназначена эта книга

Книга *Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия* предназначена для читателей, которые стремятся приобрести знания о средствах ИИ и применить эти знания на практике для создания игр. Эта книга будет особенно интересной для перечисленных ниже категорий людей.

- Энтузиасты применения средств ИИ, которые намереваются изучить эту область наилучшим возможным способом — с использованием компьютерных игр.

Большинство людей способны разобраться в том, что лежит в основе применения средств ИИ, только одним способом — на практике. Синтетические персонажи в компьютерных играх представляют собой реальное воплощение средств ИИ, обладающих явно выраженным поведением. В этой книге мы постарались скрыть все сложности устройства игровой машины, чтобы вынести на передний план саму суть игровых средств ИИ, а такой подход является идеальным с образовательной точки зрения.

- Разработчики, для которых создание игр является собственным увлечением, желающие ввести интеллектуальные создания в контекст своих предпочтительных игр (или даже самостоятельно разрабатываемых игр).

В настоящей книге представлены универсальные интерфейсы между средствами ИИ и игровыми машинами. Переход к использованию другой реализации этих интерфейсов позволяет легко обеспечить интеграцию средств ИИ с играми, создаваемыми самим пользователем. К большинству видеоигр применимы все демонстрационные версии, относящиеся к данной книге, и все методики ИИ.

- Программисты, заинтересованные в использовании современных методов и методологий ИИ для создания синтетических сущностей.

Чтобы иметь возможность создать правдоподобные и реалистичные формы поведения, недостаточно просто владеть навыками программирования. В книге *Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия* описано, как использовать методы ИИ и в теории, и на практике, а также продемонстрированы преимущества рассматриваемого подхода. Обсуждается также методология, применяемая при конвейерном создании продукции, относящейся к категории средств ИИ.

- Профессиональные разработчики игр, стремящиеся опробовать новые подходы к созданию средств ИИ для усовершенствования своих несобственных персонажей.

С началом разработки игровых средств ИИ приходится сразу же сталкиваться с двумя новыми понятиями — обучение и воплощение. Во всей книге тщательно исследуется применимость таких понятий для создания не только активизируемых систем, но и коммерческих игр.

Обсуждаются основы общих навыков в инженерии игровых средств ИИ, а не только описания алгоритмов. Читатели, которые хотели бы использовать прилагаемый к книге код, должны иметь определенный опыт работы с языком C++; существенным преимуществом при конкретизации этих идей применительно к самостоятельно разрабатываемым играм должно стать знание структуры игровой машины. Но последнее требование не является обязательным, поскольку предоставляется также игровая инфраструктура.

---

## Как организована книга

Книга *Искусственный интеллект в компьютерных играх: как обучить виртуальные персонажи реагировать на внешние воздействия* состоит из частей, глав, разделов, предложений и слов; несмотря на то что в ней изложено много новаторских идей, в самой структуре книги нет ничего революционного! Но в связи с тем, что все области разработок игровых средств ИИ “пронизаны” духом практической направленности, в каждой части этой книги рассматриваются различные аспекты создания несобственных персонажей, такие как организация движения или ведение боя. Возможности синтетических созданий наращиваются шаг за шагом, достигая наивысшего развития в форме готовых средств ИИ, способных обучаться борьбе на выживание в игре со стрельбой от первого лица. Продвигаясь к этой цели, мы будем рассматривать понятия, лежащие в основе разработки, и анализировать уроки, которые окажутся буквально неоценимыми для тех, кто желает стать независимыми инженерами — разработчиками игровых средств ИИ.

Главы, приведенные в каждой части, соответствуют последовательным этапам создания средств ИИ, как описано ниже.

1. Анализ платформы.
2. Понимание задачи.
3. Проектирование спецификации.
4. Реализация простого прототипа.

5. Исследование теоретических основ создания рассматриваемого средства ИИ.
6. Разработка модульного компонента.
7. Применение выбранной методики для решения задачи.
8. Проведение экспериментов с полученными результатами.
9. Проверка готового решения.
10. Оптимизация модели.

Такова основная схема каждой части, хотя в ходе изложения материала данной книги допускаются отклонения от этой схемы, продиктованные требованиями литературного изложения.

---

## Web-узел книги

Для размещения материала к этой книге предусмотрен отдельный Web-узел, <http://AiGameDev.com/>. Этот узел представляет собой ценный оперативный ресурс, который во многом дополняет содержимое книги, благодаря чему она становится поистине мультимедийным произведением. Весь исходный код рассматриваемой инфраструктуры доступен в оперативном режиме, наряду с демонстрационными версиями и дополнительным материалом, включая указанное ниже.

- Поэтапные руководства для каждой демонстрационной версии.
- Упражнения с подсказками и решениями.
- Форум специалистов по игровым средствам ИИ.
- Списки рассылки, предназначенные для публикации объявлений.

Инфраструктура, поддерживающая демонстрационные версии, разрабатывается в рамках проекта с открытым исходным кодом, получившего название FEAR (Flexible Embodied Animat 'Rchitecture — гибкая архитектура воплощенного анимата). В ходе осуществления этого проекта был создан превосходный фундамент, позволяющий уменьшить объем подготовки, требуемой для реализации средств ИИ и проверки функционирования аниматов. База исходного кода проекта развивается быстро, но за тем, как протекает его разработка, можно следить с помощью страницы Web-узла SourceForge по адресу <http://fear.sf.net/>. Мы настоятельно рекомендуем всем принять участие в разработке проекта и будем благодарны за любой вклад в эту инициативу. FEAR уже стала эталонной инфраструктурой игровых средств ИИ с открытым исходным кодом, но представьте себе, каких высот она могла бы достичь с вашим участием!

---

## Необходимое программное обеспечение

Основной операционной системой, предназначенной для работы с данной книгой, является Windows, причем может применяться любая ее новейшая разновидность. Более важным требованием является то, что для получения возможности до-

## 40 Введение

полнять демонстрационные версии и выполнять упражнения требуется компилятор C++. Подходящими являются оба распространенных варианта, и Visual C++ 6.0, и C++ в составе .NET, но предусмотрена также возможность компилировать код с помощью Dev C++ (предоставляемая без ограничений среда разработки).

Рекомендуемой игровой платформой для средств ИИ является *Quake 2* компании Id Software. Выполнение примеров возможно с использованием информационных активов только из демонстрационной версии *Quake 2* (которые предоставляются бесплатно), но возникают некоторые ограничения, касающиеся возможностей визуального представления. Для получения возможности рассматривать все отображения, текстуры и объекты необходимо приобрести полную версию игры.