

## УПРАВЛЕНИЕ ПОВЕДЕНИЕМ ИГРОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПЕРСОНАЖЕЙ НА ОСНОВЕ ОРИЕНТАЦИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВ

Д.А. Иванов

Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.А. Павловская

Неотъемлемой частью многих компьютерных игр являются персонажи, действия которых определяются самой игровой программой, так называемые «боты». Привлекательность игры, интерес к игре в значительной степени зависит от сложности поведения таких персонажей. Во многих играх действия «ботов» определяются исключительно текущим состоянием игры, соответственно, эти действия легко угадываются игроком. Значительно более сложное поведение компьютерных персонажей обеспечивается, если система управления их поведением прогнозирует развитие событий и выбирает, то или иное действие в зависимости от результатов этого прогноза. В данной работе предлагается построить такую систему управления, на основе моделирования ориентировочно-исследовательской деятельности.

Ключевые слова: компьютерные игры, моделирование поведения, психология, имитация психики

### Введение

**Постановка задачи.** Имеется компьютерная игра, требуется разработать и реализовать систему управления персонажем компьютерной игры с использованием прогнозирования игровой ситуации.

**Традиционный подход.** Персонажи компьютерных игр могут обладать поведением различной сложности, но выбор необходимого действия осуществляется ими по определенным правилам, исходя из *текущего состояния*. Эти правила могут быть подобраны очень хорошо, и персонаж может произвести на пользователя впечатление адекватного оппонента. Однако, через некоторое время пользователь сможет выявить эти правила, и вести свою игру, учитывая их. Получается, что игрок-человек почти всегда может предсказать ход игрока-компьютера, и игра становится менее интересной.

**Предлагаемое решение.** Основная идея решения данной задачи заключается в том, чтобы выбирать действие, основываясь на результатах моделирования влияния этого действия на игровую ситуацию, а для управления компьютерным персонажем использовать принципы работы психики сложного животного.

**Психологические основы.** Поведение животного можно рассматривать как деятельность на основе ориентации в системе психических отражений (системе образов). Это означает, что в нервной системе животного имеется система отражений, как модель окружающего мира. Когда возникает необходимость совершить действие, оно в начале моделируется в системе отражений, и при достижении приемлемого результата выполняется попытка совершить данное действие в реальном мире. В процессе выполнения действия, при необходимости происходит корректировка модели, и в соответствии с этим, корректировка плана действия.

### Основная часть

#### Психологические основы

Данная работа основывается на принципах работы психики сложного животного. Психикой называется особая инстанция в нервной системе, которая выполняет ориентировочно-исследовательскую деятельность.

Обязательной частью психики является психическое отражение действительности. Его функция заключается в составлении активной модели окружающего мира для ори-

ентации в нем. Эта модель обновляется каждый раз, когда в окружающей обстановке произошли какие-либо изменения.

Животное обладает некоторыми потребностями, каждая из которых может вызывать побуждение к поиску объекта удовлетворения этой потребности. Предположим, что образ этого объекта существует в психическом отражении нашего животного. Однако требуется определить – каким образом удовлетворить потребность. Ведь ни образ, ни побуждение не дают ответа на этот вопрос.

«Так, психические отражения действительно открывают новые возможности реагирования, и эти возможности обусловлены тем, что в психических отражениях содержится меньше, чем в их материальных, физиологических основах. Ни побуждения, ни образы не определяют конкретное содержание действий, и выяснение этого содержания становится отдельной задачей – одной из общих задач ориентировочно-исследовательской деятельности» [1].

На первый взгляд может показаться, что психическое отражение действительно используется только для выделения объектов удовлетворения потребностей, как карта местности с отмеченными предметами и местами. Однако наиболее важная функция психического отражения – *моделирование* окружающей обстановки и её изменений.

«Очевидно, в центральной нервной системе вместе с «центрами», осуществляющими психическое отражение ситуации, выделяется особый центр, «инстанция», которая представляет индивида во всех его целенаправленных действиях. Перед ним-то и открывается содержание этих психических отражений. Эта «инстанция» располагает прошлым опытом индивида, получает и перерабатывает информацию о его «внутренних состояниях» и об окружающем его мире, намечает ориентировочно-исследовательскую деятельность, а затем, на основе ее результатов, осуществляет практическую деятельность. Организм с такой центральной управляющей инстанцией – это уже не просто организм, а субъект целенаправленных предметных действий» [2].

### **Постановка задачи**

Реализовать систему управления поведением компьютерного персонажа (бота) на основе принципов работы психики сложного животного. Предыдущее предложение не является строгой формулировкой задачи. В действительности задача разбивается на четыре части:

- 1) Определение «потребностей» и «анти-потребностей» для компьютерного персонажа в контексте данной игры.
- 2) Реализация психического отражения игровой действительности бота.
- 3) Реализация алгоритма нахождения маршрута на евклидовой плоскости.
- 4) Реализация алгоритма принятия решения.

### **Реализация решения**

#### **Адаптация под контекст игры**

Необходимо перевести правила игры на язык потребностей-побуждений. Например, если эта игра относится к жанру военных стратегий, то потребностями игрока будут становиться получение различных ресурсов и уничтожение противников. В то время как «анти-потребностями» будут в данном случае являться потери армий и городов.

Для сравнения результатов различных действий используется функция полезности, оценивающая состояние игры вещественным числом. Вид функции зависит от самой игры, но достаточно часто ее можно представить как линейную комбинацию изменений параметров состояния. Предположим есть два игрока, и состояние каждого описывается двумя параметрами –  $X$  и  $Y$ . Пусть параметр  $X$  имеет позитивный характер, а

$Y$  – негативный. Другими словами, игроки стремятся увеличить свой параметр  $X$  и уменьшить  $Y$ , при этом желая оппоненту обратного.

В таком случае функция полезности для игрока 1 будет выглядеть следующим образом:

$$u(p, p_0) = a \cdot \Delta X_1 + b \cdot \Delta Y_1 - a \cdot \Delta X_2 - b \cdot \Delta Y_2$$

или в общем виде:

$$u(p, p_0) = \sum_{i=1}^n a_i \cdot (\Delta X_1 - \Delta X_2). \quad (1)$$

Функция полезности оценивает изменение, основываясь на коэффициентах важности  $a_i$  параметров состояния.

### Нахождение маршрута на евклидовой плоскости

Этот пункт обязателен только для игр, связанных с перемещением игрока в пространстве. На рис. 1 показан принцип работы алгоритма нахождения маршрута на евклидовой плоскости с прямоугольниками в качестве препятствий.

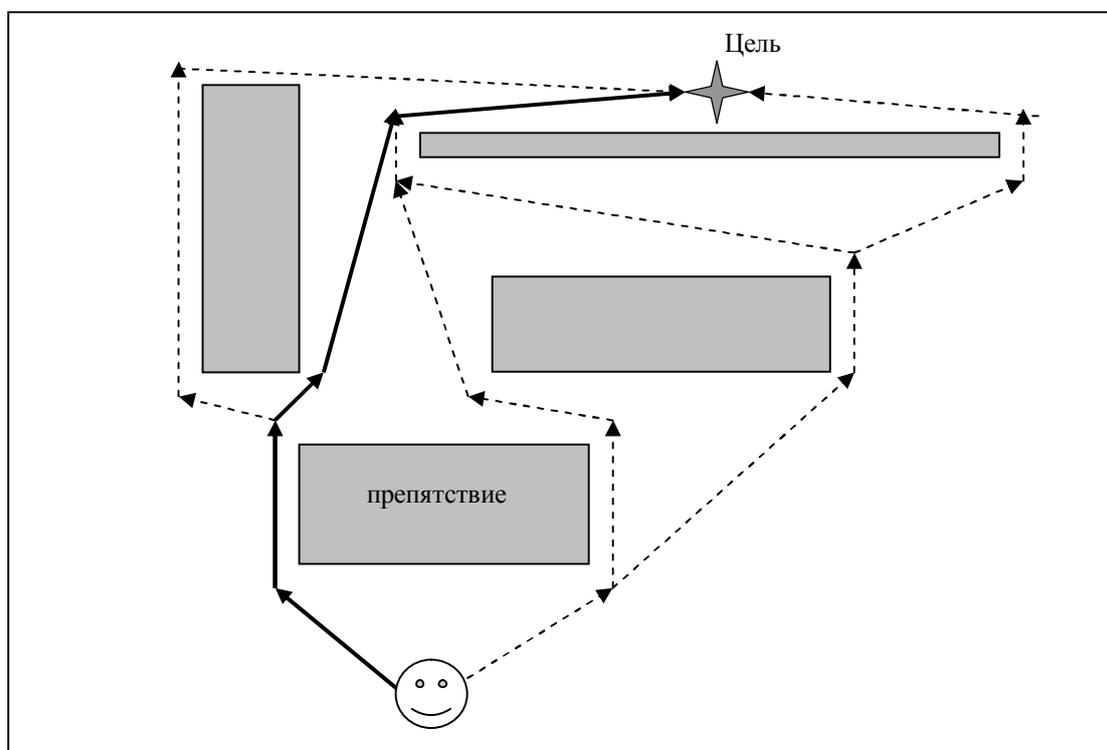


Рис. 1. Иллюстрация к алгоритму нахождения маршрута

В начале строится дерево возможных путей с узлами лежащих напротив вершин прямоугольников-препятствий. Затем определяется кратчайший путь по алгоритму Дейкстры [3].

### Реализация психического отражения

Моделью психического отражения может служить упрощённая, ограниченная копия игровой обстановки.

Эта копия постепенно приближается к полной игровой обстановке в результате исследовательской деятельности компьютерного персонажа.

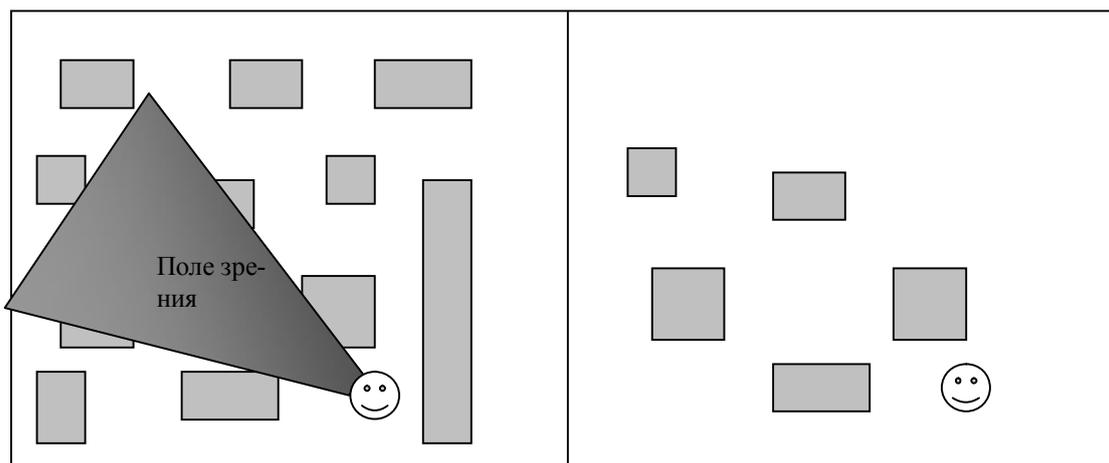


Рис. 2. Игровой мир и его психическое отражение внутри «психики» бота.  
Бот «видит» только те объекты, которые попали в поле его зрения

### Алгоритм принятия решения

Алгоритм принятия решения, включает в себя следующие этапы:

1) **Обновление системы образов.** На этом этапе происходит «восприятие» окружающей обстановки ботом. В соответствии с правилами ограничения восприятия бот замечает новые объекты и добавляет их образы в свою систему образов. Далее, для всех образов, в том числе и для образа самого себя, происходит корректировка их состояния (например, координат).

2) **Оценка внутреннего состояния.** Бот оценивает параметры своего игрового состояния, и определяет, появились ли у него какие-либо потребности. Если потребность связана с определенным ресурсом, то она появляется при падении уровня запаса этого ресурса ниже установленного порогового значения. Каждая потребность характеризуется своей силой, которая определяется из разницы текущего и необходимого значения ресурса.

$$f_i(p) = \begin{cases} a_i \cdot (v_i - p_i), & p_i \leq v_i \\ 0, & p_i > v_i \end{cases} \quad (2)$$

где  $v_i$  – пороговые значения  $i$ -го ресурса.

3) **Поиск объектов удовлетворения потребностей.** Для всех потребностей при помощи обновленной системы образов ищется ближайший объект, удовлетворяющий данную потребность.

4) **Предложение вариантов действий.** Исходя из результатов поиска объектов в предыдущем пункте, в качестве вариантов действий рассматриваются все возможные последовательности обхода объектов удовлетворения потребностей.

5) **Выбор варианта с помощью прогнозирования и функции полезности.** Система образов реализована как ограниченная копия игровой обстановки. Это означает, что образы в системе образов компьютерного персонажа действуют так же, как и объекты в игровой обстановке. Соответственно бот, являясь частью игрового мира, может создать свой собственный «параллельный» мир, который будет состоять из образов объектов, включая образ самого себя. С помощью системы образов и производится прогнозирование ситуации. Каждый вариант действия производится в системе образов. Каждое состояние образа бота, полученное после выполнения последовательности планируемых действий оценивается, с помощью упомянутой функции полезности (1). Она учитывает разницу между значениями параметров состояния до и после выполнения действий. В итоге выбирается и выполняется в иг-

ровой обстановке тот план, после выполнения которого, функция полезности возвратила наибольший результат.

## Описание программы

### Базовая часть системы

В реализации модуля используется система классов, два основополагающих из них – это «объект» и «вселенная». Каждый объект должен быть зарегистрирован в какой-нибудь вселенной. Объект обладает свойством вложенности – он может находиться внутри другого объекта и сам содержать объекты.

Объекты также могут обладать процессами, за счет которых происходит изменение состояния их владельца во времени. Процессы обеспечивают динамику игрового «мира». Также пары объектов могут быть соединены связями, наличие которых между двумя объектами обуславливает их взаимодействие.

Процессы и связи могут взаимодействовать – процесс может образовывать связь своего владельца с другим объектом, в то же время наличие связи может влиять на определенный процесс. В качестве примера можно привести процесс «движение в пространстве» и связь «столкновение». Движение может вызвать столкновение с другим объектом, но и столкновение может изменить движение.

### Структура мира

Миром называется особый объект вселенной, для которого существует понятие времени. Объекты, находящиеся в нем могут изменяться во времени с помощью своих процессов.

### Объекты, обладающие поведением

Если объект управляется человеком, то его действия определяются через устройства ввода компьютера. Если же объект – бот, то его поведение должна определять система управления, которая и является основной задачей данной работы.

## Описание демонстрационного примера

### Описание игры

Для демонстрации данной работы была разработана простая компьютерная игра в жанре Action/Shooter. Главный компьютерный персонаж – танк, выполняет важную миссию – защищает деревни и поселки от кровожадных мутантов, вылезаящих из близлежащих торфяных болот. Танк должен ездить по открытой местности, отстреливая врагов. Однако ему необходимо пополнять запасы боевого снаряжения и топлива. Если у танка закончилось топливо или уничтожена хотя бы одна деревня, считается, что он проиграл.

### Функция полезности

В данном примере потребностями танка являются:

- 1) **Запас топлива ( $F$ )**. Принимает вещественные значения от 0 до 1. Нулевой уровень топлива означает проигрыш. Полезность нехватки топлива стремится к  $-\infty$  при стремлении запаса топлива к нулю.
- 2) **Боеприпасы ( $S$ )**. Без боеприпасов танк не может поражать цели, а значит – не может выполнять свое назначение. Однако их отсутствие не фатально, нужно просто съездить на ближайший склад.
- 3) **Целостность городов ( $H$ )**. Когда мутант все же добрался до поселения, целостность этого поселения постепенно уменьшается. Считается, что мутанту нужно

время, чтобы разрушить всю деревню. Объектом удовлетворения потребности являются те мутанты, которые напали на эту деревню. Соответственно, *действием* будет являться атака.

Из этого можно заключить, что функция полезности в данной игре будет иметь вид:

$$u(p, p_0) = a_F \cdot \log(2F) + a_S \cdot S + a_H \cdot \log(2H). \quad (3)$$

### Заключение

Представленная работа, по сути, не является оконченной. Дальнейшее ее развитие будет заключаться в создании системы управления компьютерным персонажем, умеющим играть против такого же персонажа. Это означает, что система образов будет включать в себя модель другого игрока, а значит, бот сможет предсказывать поведение оппонента – как такого же бота, так и человека. Такое расширение делает возможным создание не только ботов-противников, но и ботов-союзников.

Окончательной же целью данной работы, по мнению автора, является моделирование человеческого поведения. Это не означает создание искусственного разума, а только автомата, во многом похожего на человека.

### Литература

1. Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд. – М.: «Книжный дом «Университет», 2002. – 336 с.
2. Гальперин П.Я. Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. – 2-е изд. – М: КДУ, 2005. – 400 с.
3. Мозговой М.В. Занимательное программирование: Самоучитель. – СПб: Питер, 2004. – 208 с.