

Ю. В. Добронравин, аспирант Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ЛЕФЕВРА ПРИ СОЗДАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ В СИСТЕМАХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Development of intellectual agents for virtual reality system is a very complex and laborious process. Modern virtual reality features complex simulation of some parts of the real world. This paper describes possibilities of using psychological models Vladimir Lefebvre to achieve more deep level of interaction with user within the system.

Введение

Виртуальная реальность (ВР) – некоторая окружающая среда, моделируемая на компьютере. Система ВР (СВР) – комплекс информационных и технологических средств, обеспечивающий работу пользователя (пользователей) в ВР. СВР были успешно применены для задач моделирования, обучения персонала, а также в индустрии электронных развлечений [1]. В свою очередь развитие персональных компьютеров и сети Интернет в последнее десятилетие многократно расширило сферы применения и увеличило количество потенциальных пользователей СВР.

Современные СВР обладают широкими возможностями для создания реалистичных виртуальных миров. Последние модели видео адаптеров, оснащенных графическим процессором, обеспечивают создание практически фотореалистичных изображений – проекций трехмерного мира, в реальном времени. Во многом решена задача эмуляции воспроизведения звука в пространстве. Обычной практикой является интегрирование в СВР библиотек, позволяющих в процессе работы системы моделировать различные физические законы. Еще одной неотъемлемой компонентой многих СВР является наличие интеллектуальных агентов (ИА) (рис. 1), населяющих виртуальный мир – партнеров или оппонентов пользователя ВР. В задачи таких агентов может входить отыгрывание определенной модели поведения, взаимодействие с другими агентами или пользователем системы. И если некоторые СВР могут обходиться совсем без ИА, то в некоторых СВР ИА отводится ключевая роль, и от успешности действий ИА в рамках такой системы и будет зависеть успешность самой СВР (системы обучения диспетчеров аэропортов, системы моделирования военных действий, компьютерные игры).

Создание ИА для СВР на практике оказывается трудоемкой и нетривиальной инженерной задачей. В данной статье наряду с общим описанием ИА рассматривается возможность, использования методов

рефлексивного управления при создании агента.

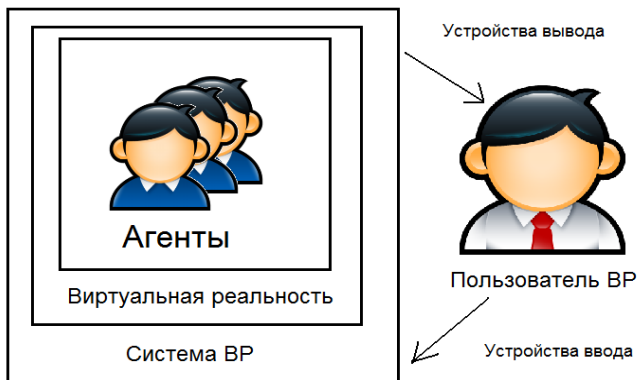


Рис. 1. Взаимодействие пользователя с агентами СВР по средствам устройств ввода-вывода

В статье рассматривается **проблема** применения в программной системы поведения интеллектуального агента принципов рефлексивного управления для получения более высокой глубины интерактивного взаимодействия пользователя с ВР.

Новизна подхода предложенного в статье, заключается в применении решаемых ВР задач с теоретической базой рефлексивного управления.

Объектом исследования являются технологии разработки интеллектуальных агентов.

Предмет исследования – исследование принципов и особенностей разработки программной системы агента, использующих преимущества рефлексивного управления.

Цель исследования – выделение главных особенностей рефлексивного управления применительно к системам ВР и ИА.

Результаты исследования – описание алгоритмов и принципов рефлексивного управления для применения в СВР.

Общее описание ИА ВР

Согласно [2] ИА – это сущность, которая воспринимает окружающий мир по средствам *сенсоров* и воздействует на свое окружение при помощи *эффекторов*, обладает автономностью поведения и стремится к достижению некоторой рациональной цели. Под автономностью понимается то, что агент может корректировать свое поведение в зависимости от изменений окружающей обстановки, используя накопленный опыт. Наличие рациональной цели предполагает существование некоторой встроенной функции, при помощи которой агент может оценить степень успешности своей деятельности. Задача искусственного интеллекта при разработке агента заключается в создании алгоритма, который позволит сопоставить

информации, поступающей с сенсоров, такие действия (команды эффекторам), которые приведут или приблизят агента к достижению поставленной цели.

Агенты в ВР, также являются ИА. Однако разнообразие ИА ВР также широко, как и разнообразие самих СВР. Например, в системе, моделирующей боевые действия, ИА может быть как полководцем, так и рядовым солдатом. В первом случае, возможно, что ИА не потребует визуального представления и будет присутствовать в ВР лишь номинально, отдавая приказы войскам. Во втором, ИА должен иметь внешнее представление. Всякий раз, когда пользователь будет «встречать» такого агента в мире, он сможет видеть на мониторе или в стерео очках изображение солдата, ведущего бой, или выполняющего какие-либо другие действия, адекватные текущей ситуации в данной части мир виртуальной реальности (рис.2).



Рис.2. Отряд солдат в СВР Operation Flashpoint

Таким образом, программа агента ВР разрабатывается исходя из роли, отведенной агенту в рамках данной СВР.

Архитектура ИА ВР

Программы агентов ВР фактически являются подпрограммами самой СВР. Рабочий такт выполнения такой программы может включать в себя следующую последовательность действий:

- Через сенсоры агента, которые являются некоторыми интерфейсными функциями СВР, агент обновляет информацию об окружающей среде.
- Полученная информация фильтруется, классифицируется и сохраняется в памяти агента.
- Блок принятия решений анализирует состояние памяти и среди всех действий доступных агенту в данный момент, выбирается то, которое максимально сможет приблизить агента к достижению своей цели. Блок

принятия решений также может изменять состояние памяти.

- В зависимости от выбранного действия, агент через эффекторы производит воздействие на окружающую среду.

Память фактически является когнитивным пространством – моделью окружающего мира, которую использует агент [3]. Для простых агентов реализация памяти и блока принятия решений может сводиться к программированию конечного автомата и заданию функций перехода между состояниями. Но для построения более сложного поведения подобной архитектуры оказывается недостаточно. Агенты в современных СВР могут иметь сложную многомерную структуру памяти. Используя средства моделирования и встроенные эвристики, такой агент будет пытаться спрогнозировать развитие ситуации и на основании полученных результатов построить некоторый, краткосрочный или долгосрочный, план действий для решения поставленной задачи. В свою очередь алгоритмы машинного обучения позволяют агенту адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды.

Взаимодействие агентов и пользователя в ВР

Для большинства СВР, за исключением систем моделирования, взаимодействие с пользователем является ключевым аспектом работы системы. Фактически задача ВР заключается в создании некоторого мира (чаще всего имитации реальной окружающей среды), в котором пользователю предписывается определенная роль. Насколько легко пользователь сможет абстрагироваться от условностей визуального представления мира, привыкнуть к устройствам ввода и приступить к отыгрыванию отведенной роли (другими словами «погрузиться» в ВР) и зависит успешность всей СВР. ИА, встречающиеся пользователю, тоже должны гармонично вписываться в общую картину, создаваемую ВР. Поведение и внешний вид таких агентов, в зависимости от роли агента в системе, должны быть адекватны ожиданиям пользователя. Поэтому разработчикам ИА помимо чисто технических моментов важно учитывать психологические аспекты взаимодействия пользователя с агентами ВР.

Возможности применения техники рефлексивного управления в ВР

В [4] Лефевр предлагает следующие термины для описания рефлексивных процессов. Плацдарм – место действия, на котором взаимодействуют персонажи. Представление персонажа X о плацдарме отражается на планшет $X - Ix$. Представление персонажа Y о планшете Ix , т.е. о том как видит свой плацдарм $X - Ix$. Цель персонажа X обозначается Cx . Чтобы принять решение, в результате которого цель будет достигнута, X должен произвести особое оперирование на своем планшете. Мы будем предполагать, что X владеет вполне определенным способом решения задачи. Этот способ мы будем называть доктриной и обозначать Dx .

Чтобы проследить связь между рефлексивным управлением и

разработкой ИА ВР, рассмотрим пример из той же книги Лефевра [4], главы «Устройства, превращающие опасения в явь». Пусть имеет место следующая гипотетическая ситуация: в центре города, который представляет собой лабиринт улиц, пересекающихся на площадях, находится путник, который желает выбраться из города. Путник не запоминает улицы и площади: вновь оказавшись на площади, он не узнает ее. Путник обращается на каждой площади к жителям с просьбой указать ему маршрут к ближайшим воротам. Жители города относятся к нему враждебно. Они устроили заговор и желают, как можно дольше задерживать его в городе.

Данная ситуация была смоделирована при помощи ЭВМ, т.е. другими словами была создана примитивная СВР. В качестве путника выступал простейший автомат (агент), а «за город» играл человек-испытуемый (пользователь системы). Агент-путник не имел информации о том, где находятся выходы, а также не обладал памятью. Он совершал перемещения только после того, как человек давал ему указания. Алгоритм работы агента-путника состоял из жестко запрограммированной последовательности действий: агент либо слушал указания человека, либо выполнял указание с точностью наоборот. После проведения ряда экспериментов с различными испытуемыми было установлено, что при активном противодействии человека путник может вы браться из лабиринта быстрее, чем если бы он начал случайно блуждать, не обращая внимания на враждебные указания. Такие результаты, объясняются тем, что в программу путника заложен механизм рефлексивного управления испытуемым. Это управление осуществлялось следующим образом: первые несколько ходов программа (количество ходов подбиралось эмпирическим путем) подчинялась советам пользователя. Испытуемый интерпретировал эти ходы, как послушание путника. В течение этих первых ходов система формирует у испытуемого убеждение в том, что она послушна, т. е. что ее «доктрина» — слушаться. После того, как такое убеждение произведено, путник начинает его эксплуатировать, выбирая узлы, противоположные указываемым. Победа путника объясняется тем, что он формирует вполне определенное поведение человека, использует его, затем формирует новое поведение, начинает им пользоваться и т.д., в среднем обгоняя человека. Рассмотренный тип рефлексивного управления называется *управлением посредством формирования доктрины противника* $D_{xy} \Rightarrow D_x$.

С точки зрения разработчика ИА для СВР приведенный эксперимент важен тем, что демонстрирует как без помощи сложных методов машинного обучения, построения модели противника, используя лишь знания о некоторых психологических особенностях человека, можно построить агента, который будет эффективно противодействовать пользователю. И, несмотря на свою примитивную архитектуру, для пользователя системы, такой агент будет выглядеть вполне интеллектуальным и адекватным.

Рассмотрим другой вид рефлексивного управление - *рефлексивное управление посредством формирования картины плацдарма* $P_{xy} \Rightarrow P_x$ и

возможности применения такой схемы в ИА СВР. Это один из наиболее распространенных типов управления. Например, во время боевых действий маскировка своих объектов является одним из видов такого управления.

Для ВР подобный вид управления носит особый смысл. В некотором роде СВР занимается «обманом» пользователя, пытаясь «выдать» сильно упрощенную модель некоторой среды, за реальную действительность. В момент работы с системой у пользователя складывается ощущение *иллюзии реальности*, т.е. пользователь как бы забывает, что работает с компьютерной программой и начинает мыслить так, как если бы он принимал решения в реальной жизненной ситуации. ИА как часть ВР могут либо усилить впечатление иллюзии реальности, либо, напротив, разрушить его. Так если пользователь ВР воюет с вражескими солдатами, и эти солдаты имеют адекватный внешний вид, натурально перемещаются по полю боя, переговариваются между собой, то пользователь «забудет», что имеет дело с примитивными автоматами, а не живыми людьми. Таким образом, уделяя внимание чисто внешним (тем, которые легче всего заметить пользователю) аспектам функционирования агента разработчики СВР могут заставить агентов казаться «умнее», чем они есть на самом деле, что, естественно, повышает качество СВР.

Заключение

Разработка ИА для современных систем ВР является сложной, но актуальной задачей. В статье была рассмотрена возможность применения методов рефлексивного управления агентами системы для воздействия на пользователя. Применение подобных методов может значительно повысить иллюзию реальности создаваемую у пользователя в процессе работы с системой.

Следует отметить, что тема рефлексивного управления в СВР в статье была затронута лишь поверхностно. Психологические аспекты взаимодействия пользователя с ВР, безусловно, требуют гораздо более глубокого изучения. Кроме того, комбинация методов машинного обучения с теорией о рефлексивном управлении открывает широкие перспективы для создания по-настоящему интеллектуальных агентов для СВР.

1. Реальные деньги виртуальной реальности // Журнал «Компьютерра» – февраль, 2004.
2. *Stuart Russell, Peter Norvig*, Artificial Intelligence: A modern approach, Prentice-Hall, Inc., 1995.
3. *John David Funge*, AI for Games and Animation: a cognitive modeling approach, – A K Peters, 1999, Ltd.
4. *Лефевр В.А.*, Конфликтующие структуры. Изд.2, перераб. и доп. - М., 1973. - 158 с.

Поступила 15.02.2010г.