

ВІСНИК

КРЕМЕНЧУЦЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ МИХАЙЛА
ОСТРОГРАДСЬКОГО



Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Випуск 5/2011 (70)

r-in-chief
girnyak – Corresponding Member of the National Academy of Pedagogic Sciences of Ukraine,
Prof.

ty Editor-in-chief
govoi, CandSc, Prof.

EDITORIAL BOARD

drusenko, Prof.;
amonov, Prof.;
harev, Assoc. Prof.;
benko, Prof.;
orny, Prof.;
ur, Prof.;
gobetskyi, Prof.;
vak, Prof.;
avriyuk, Assoc. Prof.;
chenko, Prof.;
pustyan, Prof.;
ych, Prof.;
omenko, Prof.

V. Komir, Prof.;
T. Korenkova, Assoc. Prof.;
O. Kratt, Prof.;
V. Lyashenko, Assoc. Prof.;
V. Martynov, Assoc. Prof.;
V. Maslak, Assoc. Prof.;
O. Maslak, Prof.;
O. Maslov, Prof.;
M. Moroz, Assoc. Prof.;
V. Mos'pan, Assoc. Prof.;
A. Nekrasov, Assoc. Prof.;
A. Oksanych, Prof.;
P. Pererva, Prof.;

B. Petrenko, Prof.;
A. Pylypenko, Prof.;
D. Rod'kin, Prof.;
O. Salenko, Prof.;
V. Shmandiy, Prof.;
O. Sinchuk, Prof.;
M. Sokur, Prof.;
A. Soltus, Prof.;
V. Vorobyov, Prof.;
O. Yelizarov, Prof.;
M. Zhornyak, Assoc. Prof.;
I. Zhukov, Prof.;

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

r Alferov, Prof. (Russia);
t Yefremov, Prof. (Ukraine);
andr Pavlenko, Prof. (Russia);
andr Kyrylenko, Prof. (Ukraine);
ijn Miljavec, Prof. (Slovenia);

Lubomír Paná, Prof. (Czech);
Jimmie Cathey, Prof. (USA);
Janusz Ślodziński, Prof. (Poland);
Ren Enen, Prof. (China).

utive Secretary – V. Nykyforov, DSc., Assoc. Prof.;
hical Editor – T. Kozlov's'ka, CandSc., Assoc. Prof.;
nager Editor – T. Zablotska

suant to the Decree of General Committee of the State Commission for Academic Degrees and Titles of
raine № 1-05/3 of 27 May, 2009 the journal is registered in the List of specialized editions for the research
ults of doctoral and candidate theses in Engineering to be published in. The journal is reviewed by the VINITI
stract journal and database (Russian Academy of Science), global serials directory «ULRICH PERIODICALS
RECTORY», and national database «UKRAINIKA NAUKOVA» («Dzherelo» abstract journal).

he journal is published by the decision of the Scientific Council of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi
ational University (Record № 3 of 27.11.2011). Registration Certificate № 16538–5010 of 24 March, 2010.

The journal publishes only peer-reviewed articles, which cover theoretical and experimental aspects of research
outcomes in the fields of Engineering, Natural and Economic Sciences, and Humanities.

The journal has been published since 1996.

© Science and Research Department, 2011.

ISSN 1995-0519

ISSN 2072-8263

Office address: vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltavskaya obl., Ukraine 39600. Science and Research
Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University. Tel: +3805366 36217.
E-mail: visnik@kdu.edu.ua Websites: www.kdu.edu.ua, www.nbuv.gov.ua

НОВІТНІ МАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ

РАДИАЦИОННЫЕ ПЛОТНОМЕРЫ, РЕГИСТРИРУЮЩИЕ
ОБРАТНО РАССЕЯННОЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ
Т. Н. Козак

ДИАГРАММА ИНДЕНТИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ
В. И. Мощенок, Л. Л. Костина

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ SOLITES (CLT)
В. Е. Саваневич, В. Н. Ткачев, А. Б. Бреховский, А. М. Кожухов, В. П. Власенко, Е. Н. Дикон

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВІТСНЕННЯ В ПРОСТОРОВО
ВИКРИВЛЕНИХ НАФТОГАЗОВИХ ПЛАСТАХ
А. Я. Бамба, А. В. Тербух, С. В. Ярошак

МОДЕЛЮВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У РЕГУЛЯРНИХ СТРУКТУРАХ
ЗА ПЕРІОДИЧНОГО ХАРАКТЕРУ КОНВЕКТИВНИХ ЯВИЩ
В. С. Гончарук, В. А. Дмитрук

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЮ ВИТОКІВ РІДИН
ІЗ ТРУБОПРОВІДІВ
Л. М. Заміховський, Л. О. Штасер

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ТОЧНОМ УЧЕТЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ОСЦИЛЛИРУЮЩИХ УСЛОВИЙ ТЕПЛООБМЕНА
НА ПОВЕРХНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
А. П. Слесаренко, Ю. О. Кобриневич

УЗАГАЛЬНЕНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ КОЕФІЦІЕНТА ВИТЯГУВАННЯ МАТЕРІАЛУ
ПРИ ВИРОЩУВАННІ МОНОКРЕМНІЮ
К. О. Куделіна, В. Р. Петренко

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІНИ ОБ'ЄМУ ГАЗОВОЇ БУЛЬБАШКИ
ПРИ ФІКСОВАНІЙ КІЛЬКОСТІ ГАЗОВОЇ ФАЗИ
А. О. Матько

СИНТАКСИС ВІЗУАЛЬНИХ МОВ ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНОГО
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
В. І. Межуев

СЕГМЕНТАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ ІНТЕРНЕТ КАФЕДРИ УНІВЕРСИТЕТУ НА ОСНОВІ
АПІОРИНО-АПІОСТЕРІОРИНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГУ ІНТЕРНЕТ-АКТИВНОСТІ
В. М. Сидоренко, О. О. Слабченко, В. О. Морозюк

ВИПАДКОВЕ ПОЛЕ КОНЦЕНТРАЦІЇ У СТОХАСТИЧНО ШАРУВАТОМУ ПІВПРОСТОРІ
З ЕРЛАНТВСЬКИМ РОЗПОДІЛОМ ВКЛЮЧЕНЬ
О. Ю. Чернуха, Ю. І. Бігушак

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА «TILEWORLD»
А. Н. Шушур, К. В. Темник

ПРОГРАМНО-ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ДВУХСЛОЙНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ КОДИРУЮЩЕЙ МАСКИ СИСТЕМЫ ГАММА-ВИДЕНИЯ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
СПЕКТР
Е. А. Краснопольков

УДК 004.8

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА «TILEWORLD»**А. Н. Шушура, К. В. Темник**

Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк
просп. Б. Хмельницкого 84, 83050, г. Донецк, Украина. E-mail: kirill_temnik@mail.ru

Рассмотрен теоретический эксперимент «Tileworld» для оценки показателей производительности много-агентных архитектур. Предложена модификация, преобразующая функциональную среду эксперимента из динамической в стохастическую. Спроектирована и разработана компьютерная модель эксперимента, учитывающая особенности практической реализации.

Ключевые слова: многоагентная система, эксперимент «Tileworld», функциональная среда, компьютерная модель.

COMPUTER MODEL OF «TILEWORLD» EXPERIMENT**A. Shushura, K. Temnyk**

State University Of Informatics And Artificial Intelligence, Donetsk
prosp. B. Khmelnytsky 84, 83050, Donetsk, Ukraine. E-mail: kirill_temnik@mail.ru

The theoretical experiment «Tileworld» for evaluating of performance factors multiagent architectures is considered. The modification with transforms experiment functional environment from dynamic to stochastic is proposed. The computer model of experiment considering singularities of practical implementation is designed and developed.

Key words: multiagent system, «Tileworld» experiment, functional environment, computer model.

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ЕКСПЕРИМЕНТУ «TILEWORLD»**О. М. Шушура, К. В. Темник**

Державний університет інформатики і штучного інтелекту, м. Донецьк
просп. Б. Хмельницького 84, 83050, м. Донецьк, Україна. E-mail: kirill_temnik@mail.ru

Розглянуто теоретичний експеримент «Tileworld» для оцінки показників продуктивності багатоагентних архітектур. Запропоновано модифікацію, що перетворює функціональну середу експерименту з динамічної на стохастичну. Спроектують та розроблено комп'ютерну модель експерименту, що враховує особливості практичної реалізації.

Ключові слова: багатоагентна система, експеримент «Tileworld», функціональна середа, комп'ютерна модель.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Переход к децентрализованному управлению является основной тенденцией современных теоретических и прикладных исследований в области многоагентных систем вследствие постоянного увеличения количества агентов в исследовательских и прикладных группах, а также роста ресурсных возможностей программно-аппаратных платформ. В свете проблематики данной предметной области наиболее актуальной является задача построения моделей коллективного поведения групп объектов (любой природы). В данном направлении выполняется большое количество исследований, среди которых, например, среда моделирования игры роботов «Виртуальный футбол», разработанная в ИПИМ им. М.В.Келдыша (г. Москва) [1] и модель полёта стаи голубей К. Рейнолдса.

Многие потенциальные области прикладного применения многоагентных систем подразумевают функционирование агентов в динамических внешних средах. Динамической считается та среда, в которой одновременно с деятельностью агентов протекают процессы, не связанные с этой деятельностью, что делает среду неуправляемой (частично неуправляемой) с точки зрения агента. В условиях увеличения числа как теоретических моделей, так и прикладных агентных архитектур, остро встаёт вопрос оценки качества их функционирования.

Целью данной статьи является анализ, проектирование и разработка компьютерной модели теоретического эксперимента «Tileworld», предназначенного для тестирования агентных архитектур на качество функционирования в динамических средах.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Теоретический эксперимент «Tileworld» (англ. «Мир плитки») был изначально предложен как экспериментальная среда для развивающихся агентных архитектур. Он представляет собой двухмерную сеть (среду), в которой располагаются агенты, плитки, препятствия и норы. Агент может двигаться вверх, вниз, влево или вправо и, находясь рядом с плиткой, он может толкать её. Препятствия – это группа неподвижных ячеек сетки: агент не может по ним перемещаться. Агент перекрывает норы плитками. Ему нужно перекрыть максимум нор (за каждую он получает очки).

Несмотря на свою простоту «Мир плитки» позволяет тестировать сразу несколько значимых особенностей агентов, наиболее важными из которых, вероятно, являются способность реагировать на изменения в среде и использовать появляющиеся возможности.

Например [2], если агент двигает плитку к норе (рис. 1,а) и в этот момент нора исчезает (рис. 1,б), то дальнейшее преследование начальной цели теря-

ет смысл. Наилучшим способом поведения агента в этом случае будет распознать ситуацию и, как следствие, «пересмотреть» начальную цель.

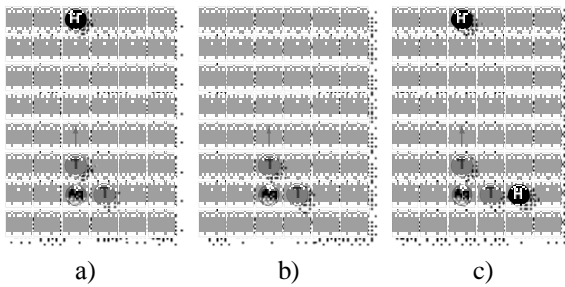


Рисунок 1 – Примеры экспериментальных ситуаций

Использование возможностей хорошо иллюстрируется примером, когда в такой же начальной ситуации (рис. 1,а)) нора появляется справа от агента (рис. 1,с). В этом случае агенту лучше будет перекрыть новую нору, чем изначальную, по причине того, что до новой норы нужно сделать один шаг, в то время как до изначальной – пять. Вероятность того, что цель не исчезнет в процессе её достижения, для правой норы в пять раз больше, чем для верхней.

«Мир плитки» позиционируется создателями как динамическая среда [3]: её стартовое состояние генерируется случайным образом. Норы возникают в случайных местах и существуют в течение срока своей службы, если только не исчезают вследствие действий агента.

Производительность агента в данном эксперименте измеряется путём его запуска на предопределённое число шагов и измерения количества успешно перекрытых нор. Производительность агента для одного частного запуска определяется по следующей формуле:

$$U(r) = \frac{n(r)}{N(r)}. \quad (1)$$

В формуле (1):

- r – номер запуска эксперимента;
- n – число перекрытых агентом нор;
- N – общее число нор, появившихся за время работы эксперимента.

Данный показатель содержит нормальную оценку в диапазоне от 0 (агент не перекрыл ни одной норы) до 1 (агент перекрыл все появившиеся норы). Вероятные ошибки эксперимента нивелируются посредством многократного запуска эксперимента и вычисления среднего значения производительности, что можно выразить следующей формулой:

$$U = \frac{\sum_{r=1}^R \frac{n(r)}{N(r)}}{R}, \quad (2)$$

где R – количество запусков эксперимента.

В случае тестирования многоагентной системы, а не единичного агента, результаты оценки произ-

водительности выдаются как по каждому агенту в отдельности, так и по всей системе в целом, как показано в формуле:

$$U_a, a = \overline{1, A};$$

$$U = \frac{\sum_{r=1}^R \frac{\sum_{a=1}^A n_a(r)}{N(r)}}{R}. \quad (3)$$

В формуле (3):

- A – общее число агентов системы;
- U_a – индивидуальный показатель производительности агента a , рассчитанный по формуле (2);
- n_a – число нор, перекрытых агентом a в течение эксперимента r .

Комплексная оценка как самого эксперимента и его модификаций, так и примеров его практического применения показала следующее [4]:

- результаты, полученные при его использовании для определённой агентной архитектуры, могут оказаться неверными, в случае применения такой же архитектуры в реальной рабочей среде;
- как следствие, сам эксперимент в изначальном виде имеет чисто методическое значение;
- указанная проблема может быть решена путём его модификации таким образом, чтобы полученные результаты могли быть применены в реальных средах.

Суть проблемы заключается в том, что «мир плитки» является полностью динамической средой, а реальные динамические среды слишком сложны и непредсказуемы. Как следствие, по мнению авторов работы, указанная модификация должна носить характер упрощения операционной среды агентов с целью сужения круга возможных непредвиденных проблем реальной операционной среды, которые «мир плитки» не учитывает. Разумеется, такой подход приведёт к уменьшению круга реальных задач, к которым могут быть применены результаты тестирования, однако этот факт будет компенсироваться высокой надёжностью этих результатов.

С целью такого упрощения был рассмотрен теоретический способ периодических обновлений мира в процессе работы эксперимента. Автором работы было предложено определять интервалы случайного изменения позиций объектов не временным показателем, а некоторым числом шагов эксперимента, и проводить опрос агентов на предмет дальнейших действий уже после изменения. Таким образом, исключается ситуация, когда операционная среда агента изменяется в процессе принятия им решения, что, в свою очередь, приводит к изменению характеристик среды эксперимента. Она становится статической, но при этом остаётся стохастической (т.е. такой, последующее состояние которой не полностью определяется текущим состоянием и выполненными агентом действиями [5]), вследствие чего, по-прежнему, представляет ценность в качестве тестовой платформы для

агентных архитектур, направленных на функционирование в динамических средах. С учётом указанной модификации была разработана компьютерная модель эксперимента «Tileworld».

С целью формализации компьютерной модели с точки зрения самого эксперимента, было составле-

но описание PEAS проблемной среды (см. [5]), которое приведено в табл. 1.

С применением методологии объектно-ориентированного проектирования была разработана архитектура предложенной системы. На рис. 2 показана соответствующая диаграмма классов.

Таблица 1 – Описание PEAS

Тип агента	Показатели производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Программная сущность	Перекрыть максимальное число появившихся нор	Двухмерное поле с объектами разных типов	Движение вверх, движение вниз, движение влево, движение вправо	Метод получения полной информации о текущей структуре среды

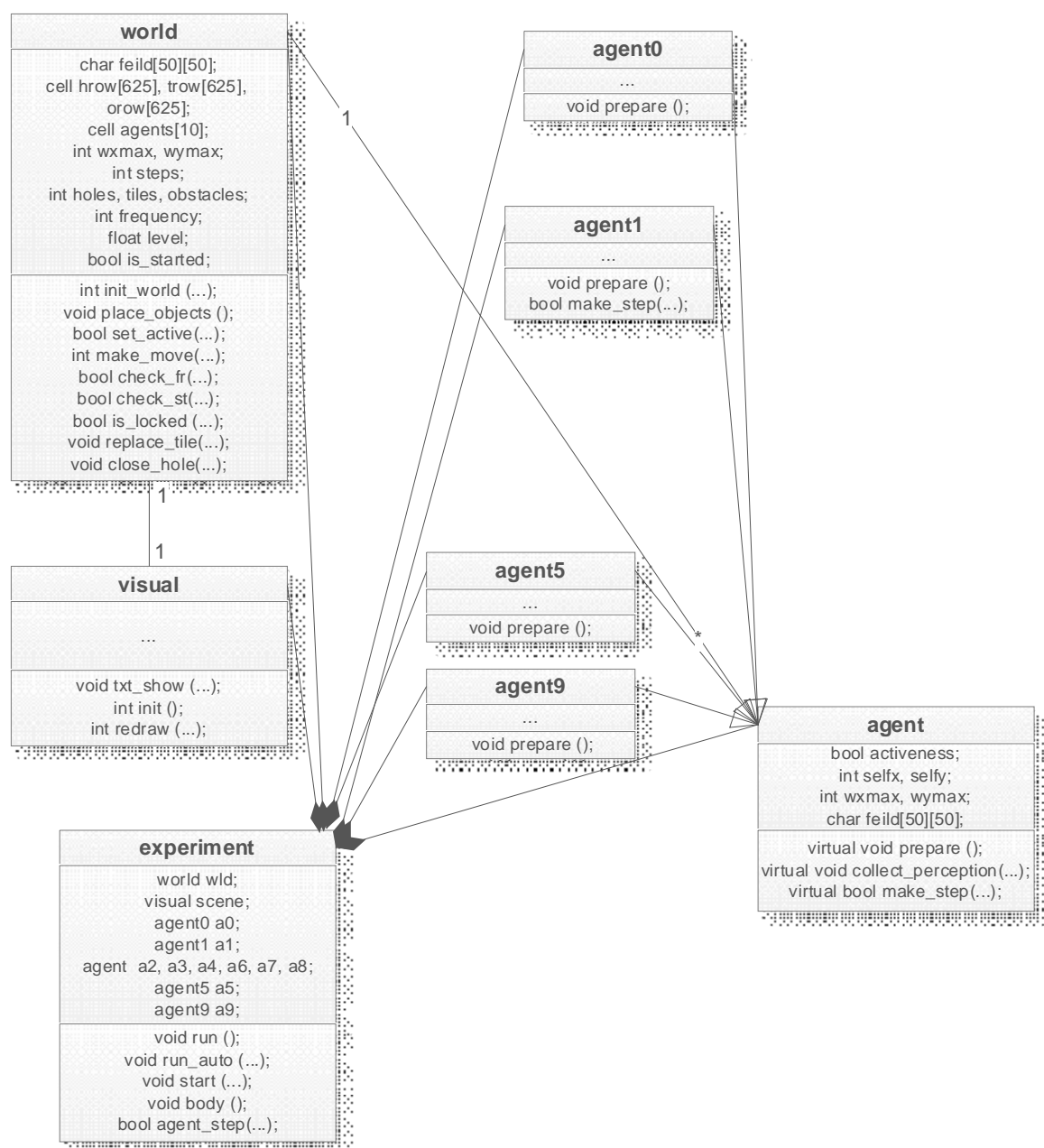


Рисунок 2 – Диаграмма классов разработанного приложения

В процесі розробки на базі спроектованої архітектури комп'ютерного застосування були дозволені деякі задачі, рішення яких не передбачувалося теоретичним описом експерименту. Розглянемо їх більш детально.

Проблема коректності вихідних даних. Користувач системи має можливість самостійно вводити початкові дані експерименту (з клавіатури або через файл), внаслідок чого виникає проблема перевірки вихідних даних на коректність. В більшості випадків дана проблема вирішується впровадженням в розроблюваний програмний продукт набору перевірок по обмеженням (наприклад, «розмір тестового поля по вертикалі може приймати значення в діапазоні [1]»). Після введення даних запускаються перевірки. В тому випадку, коли результатом перевірки виявляється логічна «ложь», робота експерименту припиняється. Однак в силу специфіки моделі, в вхідних даних може бути також допущена і логічна помилка.

Оскільки користувач системи може задати як кількість нор, так і кількість плиток для їх перекриття, то крім найбільш логічної ситуації, коли ці значення збігаються, може виникнути одна з наступних ситуацій:

- кількість плиток перевищує кількість нор; в тому випадку ефективність агентів стає вище не за рахунок якості їх алгоритмів, а за рахунок того, що на одну нору потрібно більше однієї плитки;
- кількість нор перевищує кількість плиток; оскільки в результаті перекриття плитка зникає разом з норою, яку вона перекривала, то в тому випадку частина нор, з'явившись на полі, взагалі неможливо буде перекрити (що заздалегідь позбавляє агентів можливості досягти найбільшої ефективності).

Оскільки факт різниці між шуканими значеннями сам по собі не може бути причиною зупинки роботи системи, то для контролю даної ситуації в експеримент був введений так званий коефіцієнт невыполнимости, який розраховується за формулою:

$$k = \frac{(h-t)}{h} * 100, \quad (4)$$

де h і t – кількість нор і плиток відповідно.

Возможні результати оцінки коефіцієнта представлені нижче.

1. Якщо $k < 0$, то світ перенасичений плитками на $\text{mod}(k)$ відсотків.
2. Якщо $k > 0$, то світ невиконаний на $\text{mod}(k)$ відсотків.
3. Якщо $k = 0$, то світ збалансований.

Проблема замкнутості об'єктів на полі. Суть даної проблеми полягає в тому, що в процесі ініціалізації системи об'єкти розміщуються на полі автоматично з урахуванням елемента випадковості, що може призвести до ситуації, коли подвижний об'єкт буде розміщений в позицію, рух в якій заздалегідь неможливо. Як наслідок,

виникає задача відслідковування подібних ситуацій, яка актуальна при розстановці об'єктів типу «плитка» і об'єктів типу «агент». В якості рішення даної проблеми був запропонований алгоритм, який в кожен раз при спробі розмістити один з вказаних об'єктів в визначену позицію, перевіряє цю позицію на замкнутість. Позиція вважається замкнутою в тому випадку, якщо виконується хоча б одне з умов, перерахованих нижче.

1. Відповідна позиції клітинка є кутовою.
2. Відповідна позиції клітинка знаходиться у стіні і, при цьому, хоча б один з трьох шляхів потенційного переміщення агента не вільний.
3. Відповідна позиції клітинка не прилягає до стіни і, при цьому, вільно менше двох шляхів потенційного переміщення агента.

Під вільністю шляху розуміється можливість переміщення в клітинку, яка знаходиться одразу після шуканої в заданому напрямку.

Відзначимо, що проблема замкнутості об'єкта поля заслужує окремого розгляду по наступним напрямкам:

- глибина оцінювання замкнутості; в описуваної роботі оцінюються тільки клітинки, безпосередньо прилеглі до досліджуваної, однак такий підхід не дозволяє повністю нівелювати ймовірність ситуації її замкнутості; для цього необхідно оцінювати декілька прилеглих клітинок; актуальна задача полягає в визначенні їх оптимальної кількості;
- адекватність оцінки замкнутості об'єктів на різних етапах роботи алгоритму експерименту; на даний момент така оцінка присутня тільки на етапі ініціалізації системи, чого явно не достатньо;

– розробка і тестування адекватних і оптимальних сценаріїв реакції системи на виявлення замкнутості (від простого протоколювання до повної зупинки експерименту).

Проблема кількості об'єктів на полі. Суть даної проблеми логічно випливає з попередніх. Полягає вона в тому, що оскільки процес розміщення об'єктів на полі є автоматичним, а кількість цих об'єктів задається користувачем, то в результаті вказання надмірно великої кількості об'єктів може статися одне з таких подій:

- для розміщення нового об'єкта не буде вистачати місць;
- для розміщення нового подвижного об'єкта не знайдеться ні одного місця, що задовольняє умову перевірки на замкнутість.

В будь-якому з цих випадків алгоритм увійде в стан виконання нескінченного циклу і перестане правильно функціонувати.

Для того щоб уникнути подібної ситуації, були експериментально обрані обмеження на кількість розміщуємих на експериментальному полі об'єктів, при дотриманні яких ні

разу не наблюдались описанные выше состояния. Это ограничение составляет не более $\frac{1}{4}$ от общего количества ячеек экспериментального поля для каждого отдельного вида размещаемых объектов.

На базе созданной модели, с учётом всех рассмотренных проблем, был разработан программный продукт, реализующий предложенную модификацию эксперимента. Экранная форма рабочего приложения изображена на рис. 3.

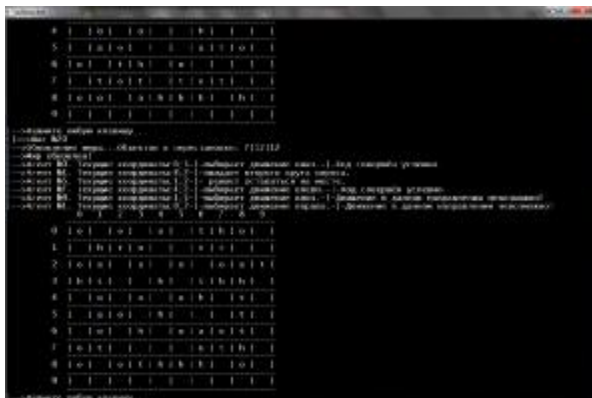


Рисунок 3 – Экранная форма приложения

Наличие данной модели позволяет не только производить тестирование агентных архитектур (как одиночное, так и сравнительное), но и проводить анализ различных методологий распределённого управления агентами в плане сопоставимости с программно-архитектурными возможностями современных платформ.

ВЫВОДЫ. На основе анализа теоретического эксперимента для тестирования агентных систем была предложена его качественная модификация, позволяющая использовать данный эксперимент в исследовательской практике. С учётом указанной модификации и других предложенных изменений была спроектирована, реализована и протестирована компьютерная модель. Полученные результаты будут использованы:

- в дальнейших исследованиях, направленных на разработку моделей и методов распределённого управления многоагентными системами;
- в дальнейших исследованиях, посвящённых проектированию и разработке тестовых платформ для агентных архитектур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция моделирования игры виртуального футбола [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://keldysh.ru/pages/robosoccer/concept.htm>.
2. Wooldridge M. An Introduction To Multiagent Systems / M. Wooldridge. – Liverpool: Wiley & Sons, 2002. – 342 p.
3. Pollack M.E. Introducing the Tileworld: experimentally evaluating agent architectures / M.E. Pollack, M. Ringuette // In Proceedings of the 8th National Conference on Artificial Intelligence. – Boston, MA, 1990. – P. 183–189.
4. Lees M. A history of the Tileworld agent testbed, Computer Science Technical Report No. NOTTCS-WP-2002-1, 2002 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/downloaddoi=10.1.1.137.4951&rep=rep1&type=pdf>
5. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

REFERENCES

1. The Virtual Football game modeling concept [Electronic resource]. – Access mode: <http://keldysh.ru/pages/robosoccer/concept.htm>. [in Russian].
2. Wooldridge M. An Introduction To Multiagent Systems / M. Wooldridge. – Liverpool : Wiley & Sons, 2002. – 342 p.
3. Pollack M.E. Introducing the Tileworld: experimentally evaluating agent architectures / M.E. Pollack, M. Ringuette // In Proceedings of the 8th National Conference on Artificial Intelligence – Boston, MA, 1990. – P. 183–189.
4. Lees M. A history of the Tileworld agent testbed, Computer Science Technical Report No. NOTTCS-WP-2002-1, 2002 [Electronic resource]. – Access mode: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/downloaddoi=10.1.1.137.4951&rep=rep1&type=pdf>
5. Russel S. Artificial Intelligence A Modern Approach // S. Russel, P. Norvig. – M.: The publishing house «Williams», 2006. – 1408 p. [in Russian].

Стаття надійшла 12.07.2011.

Рекомендована до друку
к.ф.-м.н., доц. Ляшенко В.П.