

2. Ziebart B.D., Maas A.L., Dey A.K., Bagnell J.A. Navigate like a cabbie: probabilistic reasoning from observed context-aware behavior // Proc. of the 10th int. conf. on Ubiquitous computing, Seoul, Korea, 2008.
3. Borgida A. Language features for flexible handling of exceptions in information systems // ACM Trans. Database System. – 1985. – Vol. 10. – P. 565-603.
4. Sheleiby M., Malek M.R., Alesheikh A., Amirian P.. Automatic Map Scaling in Car Navigation Systems Using Context-aware // Computing World Applied Sciences Journal 3 (supple 1), 2008. – P. 101-106.
5. Masuhr J., Klompaker F., Reimann C., Nebe K. Designing Context-aware in-car Information Systems // Mobiquitous 08 Proc. of the 5th Annual int. conf. on Mobile and Ubiquitous Systems, 2008.
6. Andreone L., Amditis A., Deregibus E., Damiani S., Morreale D., Bellotti F.. Beyond Context-Awareness: Driver-Vehicle-Environment Adaptivity. From the COMUNICAR Project to the AIDE Concept // Proc. IFAC 16th World congress, 2005.
7. Rodzina L. Intelligent mobile application for drivers // Proc. of the int. congress on Intelligent systems and Information Technologies "IS&IT'11", Divnomorskoe, Russia, 2011. – Vol. 4. – P. 44-52.
8. Водяхо А.И., Жукова Н.А., Пантелеев М.Г., Пузанков Д.В. Использование онтологических контекстов в интеллектуальных проблемно-ориентированных информационно-управляющих системах // Известия СПбГЭУ ЛЭТИ. – 2010. – № 9. – С. 46-50.
9. Смирнов А.В., Левашиова Т.В., Пашкин М.П. Модели контекстно-управляемых систем поддержки принятия решений в динамических структурируемых областях // Труды СПИИРАН. – 2009. – Вып. 9. – С. 116-147.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.С. Лисицына.

Родзина Лада Сергеевна – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: lada.rodzina@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП 17А; тел.: +79185303314; кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ; студентка.

Rodzina Lada Sergeevna – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: lada.rodzina@gmail.com; GSP 17A; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79185303314; the department of software engineering; postgraduate student.

УДК 658.512

М.В. Луцан, Е.В. Нужнов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ

В настоящей работе дано описание автоматизированного грузового терминала (АГТ), представлены его основные функциональные части и их элементы, архитектура и соответствующие информационные структуры, идеи функционирования и управления транзитными грузами. Рассмотрены новые возможности повышения эффективности работы АГТ на основе использования интеллектуальных агентов, принципы организации деятельности агентов. В работе АГТ и его агентов используются сигналы диспетчера об изменении текущего состояния АГТ, например, сигналы о завершении операции разгрузки контейнера или его загрузки, приема блоков на склад или выдачи со склада и другие.

3-D блок (груз); контейнер; автоматизированный грузовой терминал; зоны прибытия и отправления, диспетчер; интеллектуальные агенты; координатор.

M.V. Lutsan, E.V. Nuzhnov

INTELLIGENT AGENTS USAGE AT THE COMPUTER AIDED CARGO TERMINAL

In the present work the description of computer aided cargo terminal (CACT) is done, its main functional parts and their elements, architecture and corresponding information structures, the functioning and transit cargos control ideas are presented. New possibilities of CACT working effectiveness increasing on the base on intellectual agents usage and principles of agents work organizing are regarded. Signals from dispatcher messaging about CACT current state changings, for example, signals about some container unloading or loading operation ending, blocks arriving/departing into/from the warehouse and others, are used in CACT and its agents functioning.

3-D block (cargo); container; computer aided cargo terminal; arrival and departure zones; dispatcher; intelligent agents; coordinator.

Введение. Особенностью современных информационных систем является то, что системы способны самостоятельно принимать решения в тех или иных сложных или даже критических ситуациях. Ответственность за эти решения, которые не были изначально заложены в алгоритмы автоматизированного управления или принятия ключевых решений, можно поручить интеллектуальным агентам. В данной статье рассматривается возможность использования интеллектуальных агентов на АГТ для обработки поступающих заказов на разгрузку/загрузку контейнеров с разногабаритными объектами в виде параллелепипедов (3-D блоками), а также реализации очередности разгрузки/загрузки на основе множества согласованных критериев [1].

Проблемы эффективного управления работой АГТ связаны с решением следующих оптимизационных задач:

- ◆ трехмерная упаковка разногабаритных элементов (погрузка блоков в контейнер) – загрузка контейнера;
- ◆ трехмерная распаковка разногабаритных элементов (выгрузка блоков из контейнера) – разгрузка контейнера;
- ◆ определение порядка разгрузки прибывших контейнеров;
- ◆ определение порядка загрузки свободных (пустых) контейнеров;
- ◆ управление запасами на складе;

Осложняет ситуацию то, что ввиду дефицита ресурсов отмеченные задачи тесно взаимосвязаны по используемым ресурсам, причем подобные связи могут быть как парными (например, склад-загрузка или контейнер-загрузка), так групповыми (например, прибытие-разгрузка-склад-загрузка).

Описание автоматизированного грузового терминала. В укрупненном представлении АГТ включает в себя 4 функциональные части: зона прибытия грузов; зона временного хранения грузов; зона отправления грузов; диспетчерская. При детальном рассмотрении процесса функционирования АГТ можно выделить следующие элементы его описания:

- 1) блоки (грузы) – представляются в виде трехмерных объектов – разногабаритных прямоугольных параллелепипедов, характеризующихся уникальной тройкой атрибутов – габаритных размеров [2], в которых находятся товары, подлежащие транспортировке;
- 2) склад – область, где производится хранение и учет прибывающих блоков, в котором находятся блоки, ожидающие разгрузки или загрузки, блоки в состоянии промежуточного хранения;
- 3) зона (площадка) прибытия, ожидания и разгрузки контейнеров (U), на которой пришедшие контейнеры разгружаются, а находящиеся в них блоки переходят на временное хранение на склад. Она характеризуется максимальным числом контейнеров k, которые могут разгружаться одновременно;

- 4) зона (площадка) отправки, ожидания загрузки и загрузки контейнеров (L), на которой пустые контейнеры загружаются и с которой контейнеры отправляются их заказчикам. Она характеризуется максимальным числом контейнеров g , которые могут загружаться одновременно;
- 5) контейнер – емкость в виде параллелепипеда, предназначенная для перевозки блоков. Его разгрузка или загрузка блоками в общем случае может производиться сверху или сбоку. Погрузка/выгрузка самих контейнеров на транспорт производится обычным способом и в данной работе не рассматривается;
- 6) транспорт с контейнерами – множество единиц передвижной грузовой техники, предназначенной для перемещения контейнеров. Это может быть любой вид транспорта: автомобильный, ж/д, водный, а местом установки контейнера может являться багажный отсек автомобиля, трюм, вагон, платформа и т.п. В целях упрощения задач мы будем рассматривать транспорт, содержащий 1 контейнер;
- 7) список ожидания разгрузки (WU) – список из непустых контейнеров, содержащих набор блоков, находящихся на территории склада или за ее пределами, ожидающих разгрузки;
- 8) список ожидания прибытия на АГТ отдельных блоков (I). Все списки количественных и качественных составов контейнеров включаются в данный список и постоянно актуализируются при разгрузке и загрузке контейнеров;
- 9) список ожидания загрузки (WL) – список из пустых контейнеров, ожидающих загрузку и находящихся на территории АГТ или за ее пределами. Если контейнер еще не прибыл на терминал, то он помечается атрибутом «не прибывший», прибывший, но еще не разгруженный контейнер – атрибутом «не разгружен»;
- 10) агент-координатор (AC), осуществляющий координацию деятельности других агентов и принимающий решение о выборе следующих контейнеров на разгрузку и загрузку;
- 11) агент разгрузки (AU), обрабатывающий прибывающие контейнеры и занимающийся постановкой их в список ожидания разгрузки (WU), а также выбором очередного контейнера на разгрузку на основании требований по разгрузке контейнеров и требований агента-координатора (AC);
- 12) агент загрузки (AL), обрабатывающий поступающие заказы на загрузку контейнеров и выполняющий выбор очередного контейнера на загрузку из списка ожидания загрузки (WL) на основании требований по загрузке контейнеров и требований агента-координатора (AC);
- 13) агент склада (AW) контролирует все находящиеся на складе товары, а также товары, находящиеся в списке на разгрузку (WU). Заблаговременно уведомляет агента-координатора о наличии дефицитных товаров;
- 14) диспетчер – один или несколько работников, которые занимаются своевременным вводом актуальных данных о состояниях объектов на грузовом терминале в систему, таких как:
 - ◆ фиксация новых состояний списков на загрузку/разгрузку;
 - ◆ ввод оперативных данных об отправке извне контейнеров на АГТ;
 - ◆ прибытие контейнера на разгрузку/загрузку;
 - ◆ начало разгрузки/загрузки контейнера;
 - ◆ завершение разгрузки/загрузки контейнера;
 - ◆ отправка контейнера с АГТ заказчику.

Укрупненная схема грузового терминала представлена на рис. 1.

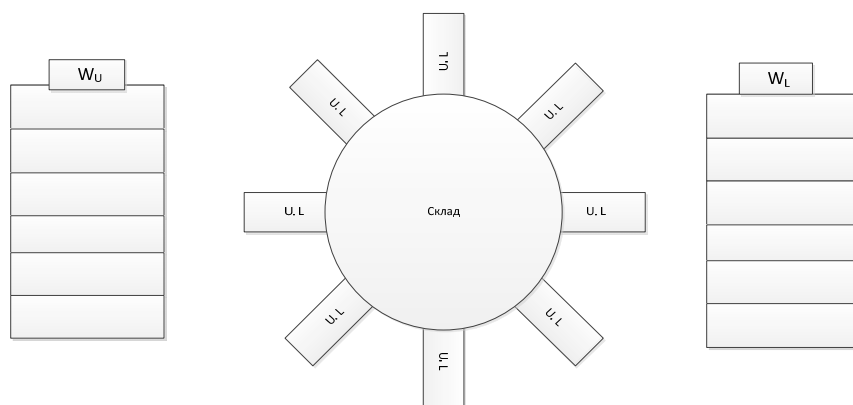


Рис. 1. Укрупненная схема грузового терминала

При отправке загруженного контейнера от поставщика на терминал с группами блоков, данный контейнер диспетчером помещается в список ожидания разгрузки (W_U). Вместе с контейнером передается его план загрузки (реализованный), представляющий собой последовательность заполнения контейнера блоками по шагам, а также список, содержащий количественный и качественный состав загруженных в контейнер блоков. План разгрузки контейнера автоматически строится на терминале как обратная последовательность относительно совершенной загрузки [2]. При отсутствии плана, новый план загрузки контейнера создается на основе алгоритмов трехмерной упаковки, описанных в [2–5]. План разгрузки используется агентом A_U для точного описания количественного состава товаров в контейнере, а также для определения времени, необходимого для его разгрузки.

После прибытия контейнера, диспетчер подает сигнал о прибытии контейнера, и с контейнера немедленно снимается атрибут «не прибывший».

После разгрузки пустой контейнер, если он участвует в дальнейших операциях (загрузка и отправка), перемещается в список ожидания загрузки (W_L), иначе – покидает АГТ и удаляется из всех списков.

С зоной разгрузки связаны следующие списки:

- ◆ список ожидания разгрузки (W_U), в который помещаются все контейнеры, подлежащие разгрузке. В него попадают контейнеры, отправленные на терминал, но еще не прибывшие, с атрибутом «не прибывший». С прибывших контейнеров атрибут «не прибывший» снимается;
- ◆ список ожидания прибытия отдельных блоков (I).

Со складом связаны следующие списки:

- ◆ список наличия блоков на складе;
- ◆ список дефицитных блоков, требующихся в зоне загрузки, но пока отсутствующих на складе.

С зоной загрузки связаны следующие списки:

- ◆ список ожидания контейнеров под загрузку (W_L);
- ◆ список блоков каждого контейнера, требуемых для начала его загрузки.

Интеллектуальные агенты. В общем случае агент – вычислительная система, помещенная во внешнюю среду, способная взаимодействовать с ней, совершая автономные рациональные действия для достижения определенных целей. Однако данное определение не выделяет явно свойства интеллектуального агента. Обычно считается, что интеллектуальный агент должен обладать следующими свойствами [6–8]:

- ◆ реактивность – способность ощущать внешнюю среду и реагировать на изменения в ней, совершая действия, направленные на достижение целей;

- ◆ проактивность – способность показывать управляемое целями поведение, проявляя инициативу, совершая действия, направленные на достижение целей;
- ◆ социальность – способность взаимодействовать с другими сущностями среды (другими агентами, людьми и т.д.) для достижения целей;

На АГТ используются интеллектуальные агенты, отвечающие за очередность обработки контейнеров из списков разгрузки и загрузки. Агент A_U отвечает за список ожидания разгрузки (W_U), агент A_L – за список загрузки (W_L), за деятельность склада отвечает агент склада A_W . Деятельность агентов A_U , A_L , A_W контролирует и координирует агент-координатор A_C . Агенты нижнего уровня A_U , A_L , A_W не взаимодействуют друг с другом напрямую, их взаимодействие осуществляется посредством отправки сообщений агенту-координатору A_C .

Функции агентов:

- 1) контроль разгрузки контейнеров в срок в соответствии с требованиями поставщика;
- 2) контроль загрузки и отправки контейнеров с терминала в срок в соответствии с требованиями заказчика;
- 3) контроль наличия на складе АГТ достаточного количества блоков требуемых типов для осуществления шагов 1 и 2;
- 4) построение плана загрузки/разгрузки контейнеров (при отсутствии таких планов).

Выбором следующего контейнера для разгрузки/загрузки занимается агент-координатор A_C в кооперации с агентами A_U , A_L , A_W . При выборе контейнера на разгрузку используются следующие критерии Q_U :

- ◆ скорость порчи продукта в блоке. Контейнеры, содержащие блоки со скоропортящимися товарами, будут обслуживаться («продвигаться в очереди») быстрее;
- ◆ требование данного блока в зоне отправки L ;
- ◆ приоритеты блоков в контейнере – интегральная характеристика, направленная на ускорение обслуживания данного контейнера;
- ◆ минимизация общего времени нахождения контейнера на АГТ;
- ◆ наличие дефицита блоков определенного типа на складе.

При выборе очередного контейнера на загрузку агентом A_C используются следующие критерии Q_L :

- ◆ требование отправки контейнера определенному заказчику к конкретному моменту времени (так называемый *deadline*);
- ◆ скорость порчи продукта в блоке. Контейнеры, содержащие блоки со скоропортящимися товарами, будут обслуживаться быстрее;
- ◆ приоритеты блоков, подлежащих загрузке – интегральная характеристика, направленная на ускорение загрузки «задерживаемого» контейнера;
- ◆ общее время нахождения контейнера на АГТ.

Описанные агенты и их поведение обладают всеми тремя упомянутыми свойствами интеллектуальных агентов [6–8]:

- ◆ реактивность и проактивность – агенты реагируют на изменения во внешней среде посредством изменения последовательности загрузки/разгрузки контейнеров;
- ◆ социальность – агенты взаимодействуют между собой, обеспечивая наилучшую последовательность обработки списков с их точки зрения, а также взаимодействуют с диспетчером, который вносит информацию в систему и свои пожелания.

Принципы организации деятельности агентов таковы.

1. На вход агентов A_U , A_L (рис. 2) поступает информация о критериях Q_U и Q_L .

2. На вход агентов поступает информация о списках контейнеров и списках блоков, направленных на разгрузку/загрузку.
3. На вход агента-координатора АС поступает информация о состоянии выбора следующего контейнера от агентов А_U и А_L, а также состав блоков на складе от агента А_W.
4. На вход агента-координатора поступают немедленные оперативные требования диспетчера.
5. На основе поступившей информации о требованиях блоков на загрузку от А_L, наличия блоков от А_W, наличия блоков от А_U, а также требований диспетчера, агент координатор принимает решение, о том какие контейнеры подлежат перемещению из списков ожидания на разгрузку (W_U) или загрузку (W_L).

Ключевым моментом организации модели АГТ является использование сигналов диспетчера о завершении различных операций. Все агенты включаются в работу по сигналам диспетчера об изменении текущего состояния АГТ, в списках контейнеров на загрузку и разгрузку, а также об изменениях состояния контейнеров в зонах разгрузки (U) или загрузки (L).

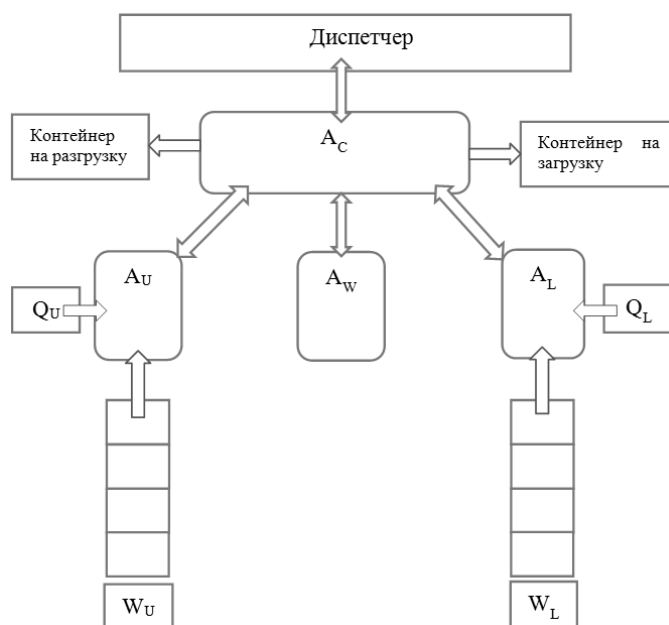


Рис. 2. Принципы организации деятельности агентов

По сигналу о завершении операции разгрузки или загрузки контейнера происходит выбор следующего контейнера из списка разгрузки/загрузки. Выбранный контейнер переводится в соответствующую зону для разгрузки или загрузки, а диспетчер передает сигнал о перемещении контейнера агенту-координатору А_С.

Заключение. Использование интеллектуальных агентов в работе грузового терминала позволяет автоматизировать поддержку процессов принятия управляющих решений человеком-диспетчером или группой диспетчеров на АГТ с координацией действий последних.

Рассмотренный вариант организации АГТ может найти применение в терминалах со многими площадками (платформами) как для разгрузки, так и для загрузки контейнеров.

Он позволяет учесть:

- ◆ все прибывающие на склад блоки с отслеживанием как избытка, так и дефицита блоков отдельных типов;
- ◆ возможности распараллеливания разгрузки/загрузки контейнеров [9-10];
- ◆ возможности включения некоторого числа блоков в укрупненный блок – так называемую паллету. Для образования оптимальных паллет может использоваться алгоритм трехмерной упаковки блоков [2-4]. Далее на АГТ паллета обрабатывается на правах обычного блока, имеющего интегральные (общие, суммарные) характеристики;
- ◆ наличие блоков (грузов) различных сроков годности, в том числе представляющих скоропортящиеся продовольственные товары.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Berghman L., Leus R.F., Spieksma C.R.* Optimal solutions for a dock assignment problem with trailer transportation, 2010.
2. *Луцан М.В., Нужнов Е.В.* Трехмерная упаковка прямоугольных объектов с определением последовательности их погрузки // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным системам «IS-IT'11». Научное издание в 4-х томах. Т. 3. – М.: Физматлит, 2011. – С. 285-291.
3. *Нужнов Е.В., Барлит А.В.* Трехмерная упаковка на основе эвристических процедур // Известия ТРГУ. – 2002. – № 3 (26). – С. 95-101.
4. *Барлит А.В., Нужнов Е.В.* Решение задачи трехмерной упаковки с помощью параллельного генетического алгоритма // Труды Международных конференций «Искусственные интеллектуальные системы» (IEEE AIS'02) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2002). Научное издание. – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2002. – С. 338-344.
5. *Мухлаева И.В.* Кроссинговер для решения задачи двумерной упаковки и размещения прямоугольных элементов на плоскости [Электронный ресурс] // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – Таганрог: ТРГУ, 2000. – № 2. – Режим доступа: <http://www.tti.sfedu.ru/resources/>.
6. *Wooldridge M.J.* Intelligent Agents // Multiagent Systems. – 2001. – P. 27-79.
7. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
8. *Джонс М.Т.* Программирование искусственного интеллекта в приложениях. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 312 с.
9. *Кныш Д.С., Курейчик В.М.* Проблемы, обзор и параллельные генетические алгоритмы: состояние // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2010. – № 4. – С. 72-82.
10. *Курейчик В.М., Курейчик В.В., Родзин С.И.* Модели параллелизма эволюционных вычислений // Вестник ростовского государственного университета путей сообщения. Научно-технический журнал. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУПС, 2011. – № 3. – С. 91-96.

Статью рекомендовала к опубликованию д.т.н., профессор Л.С. Лисицына.

Луцан Максим Васильевич – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: maxim.lutsan@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП 17А; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; аспирант.

Нужнов Евгений Владимирович – e-mail: nev@tsure.ru; кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; доцент.

Lutsan Maxim Vasilyevich – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: maxim.lutsan@gmail.com; GSP 17A, 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; postgraduate student.

Nuzhnov Evgenij Vladimirovich – e-mail: nev@tsure.ru; cand. eng. sc.; associate professor.