

УДК 004.65:528.8:629.733:656.052.1(045)

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ В СИСТЕМАХ ПРЕЦИЗИОННОГО ВОЖДЕНИЯ

Васюхин М.И.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев;

Касим А.М., Долынный В.В., Иваник Ю.Ю.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, г. Киев

В статье представлены методы распознавания и формирования двумерных изображений символов воздушных, наземных и космических объектов. Процесс распознавания и проектирования сложного символа динамического объекта происходит с учетом его типа, структуры построения и функционального назначения.

Ключевые слова: движущийся объект, навигационная геоинформационная система реального времени, прецизионное земледелие, двумерное изображение, картографический фон.

Вступ. В эру компьютерных технологий, приоритетным направлением повышения эффективности агропромышленного комплекса является точечное или прецизионное земледелие (point or precision agriculture) [1–5]. Эта технология обеспечивает значительный рост урожайности и устойчивое повышение качества почв и относится к ресурсосберегающим, экологически чистым технологиям сельскохозяйственного производства, широко применяемым развитыми странами. В состав систем точного земледелия входят системы и средства космического (GPS-, метео- и ДЗЗ-спутники), воздушного (самолеты, беспилотные летательные аппараты) и наземного (тракторы, комбайны) базирования, интеллектуальным ядром которых является навигационная геоинформационная система реального времени (ГИС РВ). Эта система осуществляет обработку и анализ данных дистанционного мониторинга, включая аэро- и космо- снимки, данных агрохимических исследований, генерирует электронные карты разного масштаба, в том числе тематической направленности, обеспечивает точную пространственную привязку и отображение на картографическом фоне символов движущихся в околоземном пространстве объектов в реальном времени.

Постановка задачи. Конечным результатом переработки информации в навигационной ГИС реального времени (РВ) является экранное отображение сформированных динамических сценариев, представляющих навигационную ситуацию на сельскохозяйственных участках. На основе наблюдаемой картины динамического сценария (ДСЦ) оператор должен получать данные о текущей обстановке в удобной, сжатой и скоординированной форме, которая, кроме того, точно и полно обеспечивает ее представление. Анализ литературных источников [6–7] показал, что наибольшее развитие получили модели и методы построения динамических сценариев для отображения воздушной обстановки в аэронавигационных системах. Тогда как наземные и космические объекты, как правило, отражаются с помощью примитивных фигур: крестиков, стрелок, точек и т.д., что не обеспечивает адекватное представление и восприятие оператором окружающей обстановки в районах движения таких объектов. Поэтому возникает актуальная задача разработки методов проектирования сложных символов подвижных объектов для всех трех типов базирования: космического, воздушного и особенно наземного.

Основное содержание. Сценарий есть структурированное представление, описывающее последовательность событий в ситуативном контексте. При этом объекты сценария связаны единым отношением строгого или нестрогого порядка с разной семантикой («причина-следствие», «цель-подцель», «часть-целое») [6]. Сценарий состоит из последовательности сцен, каждая из которых представляет зрительный образ текущей ситуации в околоземном пространстве и привязана к временным интервалам.

Сценарии задаются в виде фреймоподобных структур:

<Сценарий: название

роли: список ролей (участники сценария)

цель: ключевое событие сценария, послышки и последствия ключевого события

сцена 1: наименование сцены

(Ход сцены)

сцена 2: наименование сцены

(Ход сцены) (место, время проведения сценария, побочные эффекты)

сцена N: наименование сцены

(Ход сцены)>.

Важным этапом процесса построения динамического сценария является подготовка библиотеки символов подвижных объектов, которая обеспечивала бы адекватное их представление на всех уровнях околоземного пространства, рис. 1.

Создание такой библиотеки требует учета требований [8] к отображению соответствующих типов техники предметной области, движущейся в околоземном пространстве и отображающейся на экране оператора, по типам и функциональному назначению табл. 1. Отображение околоземного пространства предлагается представлять на трех уровнях: космическом (космические аппараты), воздушном (самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты), наземном (сельскохозяйственная техника различного назначения).

На космическом уровне отображаются космические объекты, осуществляющие дистанционный мониторинг Земли, метеоспутники и спутники из созвездий ГЛОНАСС и GPS; на воздушном осуществляется визуализация и управление движением самолетов и других летательных аппаратов, а на наземном ставится задача отслеживания, управления и регулирования технологическими операциями.

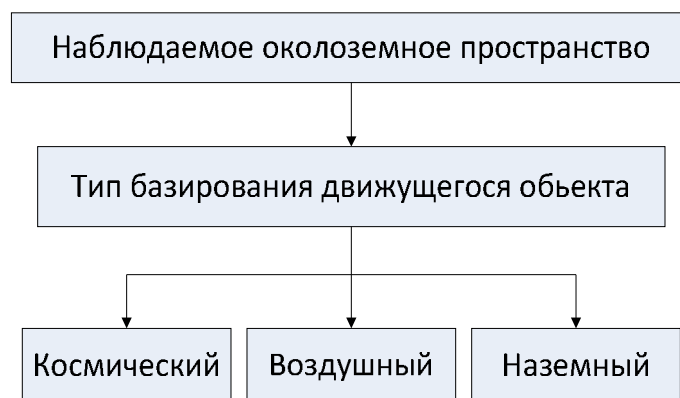


Рисунок 1 – Схема сфер разделения околоземного пространства на уровни визуализации

Изображение движущихся объектов в виде сложных символов дает возможность человеку-оператору иметь более полное представление, к какому типу они относятся и какую функцию выполняют. Анализируя динамический сценарий человек-оператор по изображению символа объекта устанавливает его принадлежность к определенному уровню визуализации, например, является ли объект спутником, комбайном или дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом.

Для решения задачи распознавания и отображения движущихся воздушных объектов в рамках функционирования навигационной ГИС ТЗ предлагается подход, изложенный в работе [9]. Суть данного подхода заключается в формировании двумерного квазиоптического изображения воздушного объекта по радиолокационными данными, которое подается в виде функции:

$$S(x, y) = \sum_{i=1}^N S_i(x, y) P_i(x, y) \quad (1)$$

где: $i = \overline{1, N}$ – число элементов объекта; $S_i(x, y)$ – изображение i -го элемента объекта; $P_i(x, y)$ – функция размещения i -го элемента объекта ($S_i(x, y)$).

Для проектирования такого символа самолета необходимо определить количество и типы его элементов, а также их взаимное расположение. Для этого выделяются [6, 7] следующие элементы самолета как составляющие изображения его символа $S = \{S_1, S_2, S_3, S_4\}$, которые влияют на качество восприятия и распознавания:

- $S_1 = \{S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}\}$ – носовая часть пяти типов: конусообразная, конусообразная с закругленным концом, типа усеченного конуса, цилиндрическая с закругленным концом и носовая часть с винтом;

- $S_2 = \{S_{21}, S_{22}, S_{23}, S_{24}, S_{25}\}$ – крыло пяти типов: треугольное, стреловидное, трапециевидное, «летающее крыло» и крыло у самолетов, которые сконструированы по схеме «утка»;

- $S_3 = \{S_{31}, S_{32}, S_{33}, S_{34}\}$ – хвостовая часть четырех типов: с трапециевидным оперением, со стреловидным оперением, двохкилевая и без руля высоты;

- $S_4 = \{S_{41}, S_{42}\}$ – тип двигателя соответственно двух типов: реактивный и винтовой.

Функция размещения i -го элемента объекта $P_i(x, y)$ определяет его расположение относительно других элементов объекта. Как показал анализ публикаций [6, 7], функция $P_i(x, y)$ аналогична для всех типов указанных элементов самолетов $S_i(x, y)$ (для $i = \overline{1, N}$), за исключением S_4 , то есть корда $i = 4$. Значит для S_4 необходимо определить $P_i(x, y)$. Самолеты каждого из выделенных типов двигателей S_{41} и S_{42} могут иметь различное их расположение. Так, для самолетов с реактивным двигателем S_{41} существует четыре варианта его расположения: $P_{41} = \{P_{411}, P_{412}, P_{413}, P_{414}\}$ – соответственно в фюзеляже, на крыле, в хвостовой части фюзеляжа, и в средней части фюзеляжа. А для самолетов с винтовым двигателем S_{42} допускается два варианта расположения двигателей: $P_{42} = \{P_{421}, P_{422}\}$ – соответственно впереди и на крыле.

Отображение космических объектов в динамическом сценарии навигационной ГИС носит номинальный характер, ведь визуализация перемещения спутников не имеет принципиального значения для технологии прецизионного земледелия, а может даже содержательно перегружать динамическую сцену и отвлекать оператора. Более важными для навигационной ГИС ТЗ являются результаты деятельности космических объектов в виде снимков высокого разрешения.

Модель двумерного квазиоптического изображения космического объекта предлагается, по аналогии с воздушными объектами, представить в виде множества:

$$F(x, y) = \langle F_{мет}(x, y), F_{GPS}(x, y), F_{ДЗЗ}(x, y) \rangle \quad (2)$$

Предлагается строить символы для отображения космического аппарата в зависимости от его функционального назначения:

$F_{мет}$ – для метеоспутника, F_{GPS} – для спутников, обслуговуючих сеть GPS, $F_{ДЗЗ}$ – для спутника, осуществляющего дистанционное зондирование Земли.

Анализ литературных источников показал [8], что движущиеся объекты, которые выполняют агротехнические и вспомогательные операции классифицируют на 17 групп по их типам и функциональному назначению. Проанализировав данную классификацию предлагается, с точки зрения упрощения процесса распознавания и формирования символов в навигационной ГИС РВ, было принято решение, в рамках эксперимента, сократить и условно разделить сельскохозйственные машины на 3 группы: грузовики, комбайны и тракторы. Очевидно, что строение грузового автомобиля не имеет существенного значения для мониторинга и управления сельскохозйственными операциями, поэтому в библиотеке символов предполагается одно стандартное изображение грузовика. Для отображения символов тракторов и комбайнов предлагается классифицировать их по функциональному назначению и типу двигателя, и на основе этой классификации отображать их в виде множества для создания соответствующих векторных символов.

$$D(x, y) = \left\langle D_{внт}(x, y); \sum_{i=1}^N D_{трк}(x, y), c_n; \sum_{i=1}^N D_{кб}(x, y), c_n \right\rangle \quad (3)$$

Основным элементом строения трактора, существенно влияющего на проектирование его символа является тип двигателя:

$D_{1трк}$ – гусеничный; $D_{2трк}$ – полугусеничный; $D_{3трк}$ – колесный.

Колесные агрегаты, в свою очередь, объединим в множество в зависимости от количества и проходимости колес: $D_{3трк} = \{D_{31трк}, D_{32трк}, D_{33трк}\}$, где: $D_{31трк}$ – 3К2; $D_{32трк}$ – универсальные 4К2; $D_{33трк}$ – повышенной проходимости 4К4.

В данном обозначении первая цифра показывает общее число колес, а вторая – сколько из них ведущих.

Для быстрого распознавания оператором символа с точки зрения его функционального назначения, предлагается введение соответствующего коэффициента цвета – c (табл. 1). Выбор цвета символа обусловлен его контрастностью на фоне тематической карты.

Таблица 1 – Принципы выбора цвета символа сельскохозйственного агрегата в соответствии с его функциональным назначением

Трактори		
	Обозначение	Цвет
Общего назначения	c1	Черный
Специальные	c2	Красный
Универсально-пропашные	c3	Коричневый
Комбайны		
Универсальные	c1	Черный
Специальные	c2	Красный

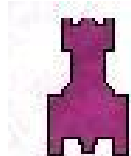
Таким образом предлагается модель совокупности символов динамических объектов для трех типов базирования в околоземном пространстве:

$$S_{np} = \left\langle \sum_{i=1}^N S(x, y); \sum_{i=1}^N F(x, y); \sum_{i=1}^N D(x, y) \right\rangle, \quad (3)$$

где: S, F, D – символы соответственно воздушного, космического и наземного базирования, $a(x, y)$ – координаты их местоположения в пространстве в двухмерной системе координат.



а) самолет



б) трактор универсально пропашной



в) комбайн специального назначения

Рисунок 2 – Примеры сложных символов объектов воздушного и наземного пространства

Выводы:

1. Представлена технология распознавания и формирования сложного двумерного изображения символов космических, воздушных и наземных объектов, что дает возможность повысить качество представления и восприятия текущей обстановки на экране и адекватность принятых решений оператором.

2. Предложены методы формирования динамических сценариев для отображения текущей обстановки в районах движения космических, воздушных, наземных и надводных объектов, необходимых при построении навигационной ГИС реального времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аніскевич Л. В. Навігація і управління рухом безпілотних польових машин / Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, Ф. М. Захарін – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. – 96 с.
2. Гарам В. П. Сучасне управління агротехнологічним процесом у рослинництві / В. П. Гарам, А. О. Пашко // Наука та інновації. – 2005. – Т.1. – № 2. – С. 110-116.
3. Ткаченко О. М. Інформаційно-аналітична система підтримки прийняття рішень у рослинництві як складова системи електронного дорадництва // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2012. – №10. – С.189-198.
4. Васюхін М. І. Технологія отримання картографічних даних для геоінформаційної системи прецизійного землеробства / М. І. Васюхін, О. М. Ткаченко, А. М. Касім, В. В. Долинний, Ю. Ю. Іваник // Проблеми інформаційних технологій. – 2014. – №1 (015). – С.64-69.
5. Korzeniowski L.F. (2012), Podstawy nauk o bezpieczeństwie, Warszawa, Difin. Černoch F., Kister Ł., Ocelík P., Osička J., Smyrgała D., Zapletalová V. (2012), Shale Gas in Poland and the Czech Republic: Regulation, Infrastructure and Perspectives of Cooperation, Brno, Masaryk University in Brno, International Institute of Political Science. Доступ по адресу: http://www.iips.cz/data/files/Publikace/Shale_Gas.pdf, [20.04.2015].
6. Касім А.М. Методи та засоби формування динамічних сценаріїв в навігаційно-керувальних комплексах: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Касім Аніса Мохаммадівна. – К., 2013. – 217 с.

7. Данилюк І. А. Метод та засоби відновлення квазіоптичних зображень літаків в експертній системі комплексної обробки вимірювальної інформації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / І. А. Данилюк. – Одеса, 2001. – 20 с.

8. Трактори, мобільні навантажувальні машини та причеми : посібник / М. В. Присяжнюк, С. І. Мельник, І. В. Якубович, О. та ін.; Укр. НДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. вир-ва ім. Л.Погорілого. – Дослідн, 2010. – 176 с.

9. Козак Ю. А. Синтез квазиоптических изображений самолетов по данным радиолокационных средств / Ю. А. Козак, А. Б. Куприянов, И. А. Данилюк // Труды Одесского политехнического университета. – 2000. – № 3 (12). – С. 123-126.

REFERENCES

1. Aniskevich L. V. Navigaciya i upravlinnya rukhom bezpilotnikh poljovikh mashin / L. V. Aniskevich, D. G. Voytyuk, F. M. Zakharin – Nizhin : Vidavecj PP Lisenko M.M., 2012. – 96 s.

2. Garam V. P. Suchasne upravlinnya agrotekhnologichnim procesom u roslinnictvi / V. P. Garam, A. O. Pashko // Nauka ta innovacii. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 110-116.

3. Tkachenko O. M. Informacijno-analitichna sistema pidtrimki priyjnnyattya rishenj u roslinnictvi yak skladova sistemi elektronного doradnictva // Komp'yuterno-integrovanі tekhnologii: osvita, nauka, virobnictvo. – 2012. – № 10. – С. 189-198.

4. Vasyukhin M. I. Tekhnologiya otrimannya kartografichnikh danikh dlya geoinformacijnoї sistemi precizijного zemlerobstva / M. I. Vasyukhin, O. M. Tkachenko, A. M. Kasim, V. V. Dolinnij, Yu. Yu. Ivanik // Problemi informacijnikh tekhnologij. – 2014. – №1 (015). – С. 64-69.

5. Korzeniowski L.F. (2012), Podstawy nauk o bezpieczenstwie, Warszawa, Difin. Cernoch F., Kister L., Ocelik P., Osicka J., Smyrgala D., Zapletalova V. (2012), Shale Gas in Poland and the Czech Republic: Regulation, Infrastructure and Perspectives of Cooperation, Brno, Masaryk University in Brno, International Institute of Political Science. Dostup po adresu: http://www.iips.cz/data/files/Publikace/Shale_Gas.pdf, [20.04.2015].

6. Kasim A.M. Metodi ta zasobi formuvannya dinamichnikh scenariiv v navigacijno-keruvaljnikh kompleksakh: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.13.06 / Kasim Anisa Mokhammadivna. – K., 2013. – 217 s.

7. Danilyuk I. A. Metod ta zasobi vidnovlennya kvazioptichnikh zobrazhenj litakiv v ekspertnij sistemi kompleksnoї obrobki vimiryuvaljnoї informacii: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk: spec. 05.13.06 «Інформаційні технології» / І. А. Данілюк. – Одеса, 2001. – 20 с.

8. Трактори, мобільні навантажувальні машини та причеми : посібник / М. В. Присяжнюк, С. І. Мельник, І. В. Якубович, О. та ін.; Укр. НДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. вир-ва ім. Л.Погорілого. – Дослідн, 2010. – 176 с.

9. Kozak Yu. A. Sintez kvaziopticheskikh izobrazhenij samoletov po dannihm radiolokacionnihk sredstv / Yu. A. Kozak, A. B. Kupriyanov, I. A. Danilyuk // Trudih Odesskogo politekhnicheskogo universiteta. – 2000. – № 3 (12). – С. 123-126.

Васюхін М.І., Касім А.М., Долинний В.В., Іваник Ю.Ю. МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СЦЕНАРІЇВ В СИСТЕМАХ ПРЕЦИЗІЙНОГО ВОДІННЯ

У статті представлені методи розпізнавання і формування двовимірних зображень символів повітряних, наземних і космічних об'єктів. Процес розпізнавання та проектування складного символу динамічного об'єкту відбувається з урахуванням його типу, структури побудови та функціонального призначення.

Ключові слова: *рухомий об'єкт, навігаційна геоінформаційна система реального часу, прецизійне землеробство, двовимірне зображення, картографічний фон.*

Vasyuhin M.I., Kassim A.M., Dolynny V.V., Ivanyk I.I. METHODS OF FORMING DYNAMIC SCENARIO IN THE PRECISION DRIVING SYSTEMS

The paper presents the methods forming of two-dimensional images of characters air, ground and space objects. The process of identification and design of complex dynamic character of the object is given its type, structure, construction and functionality.

Keywords: *a moving object, a real-time navigation Geographic Information System, precision agriculture, a two-dimensional image, mapping background.*

© Васюхін М. І., Касім А. М., Долинний В. В., Іваник Ю. Ю.

Статтю прийнято
до редакції 23.10.15