

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КРЕДЕНЦАР Світлана Максимівна

УДК 681.3:621

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ ЗОРОВИХ ОБРАЗІВ
ДИНАМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ В АЕРОНАВІГАЦІЙНИХ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

05.13.06 - інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2010

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному авіаційному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
ВАСЮХІН Михайло Іванович,
Національний авіаційний університет,
професор кафедри землевпорядних технологій

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, доцент,
ПАВЛЕНКО Петро Миколайович,
Національний авіаційний університет,
Інститут інформаційно-діагностичних систем,
заступник директора з науково-методичної роботи

кандидат технічних наук, доцент,
МІХНО Олексій Григорович
Військовий інститут Київського національного
університету імені Тараса Шевченка,
професор кафедри топогеодезичного
та навігаційного забезпечення військ

Захист відбудеться “1” _____ липня _____ 2010 р. о _____ 15⁰⁰ _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01 при Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ-680, просп. Космонавта Комарова, 1, НАУ.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці НАУ за адресою: 03680, м. Київ-680, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розіслано “ ” _____ 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В. С. Єременко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Аеронавігаційні геоінформаційні системи реального часу (АНГС РЧ) призначені для рішення задач оперативного спостереження, відображення й аналізу поточної повітряної динамічної обстановки. Характерні риси таких комплексів визначають вимоги до параметрів систем відображення і процесів формування зображень, послідовно кадр за кадром, у вигляді зорових образів на екранах АНГС РЧ. В цих системах засоби відображення повинні подати оператору відомості, для кращого розуміння динамічної обстановки, у вигляді "електронного кіно" у реальному часі з метою прийняття ним адекватного рішення.

Актуальність теми обумовлена збільшенням числа і швидкості об'єктів, що переміщуються в навколосемному просторі, зокрема літаків, і зростаючим попитом на інформацію про них, що повинна мати просторову прив'язку до місцевості, яка представляється у вигляді карти, а також посиленням вимог по часу формування динамічних сцен і вимог скорочення складності обчислювальних процедур для підвищення реалістичності відображення цих сцен у вигляді послідовності зорових образів.

Вагомий внесок у створення подібних систем і розвиток методів і засобів побудови динамічних сцен внесли роботи наступних авторів: В.М. Глушкова, А.В. Кошкарева, П.Д. Лепетюка, Є.О. Башкова, Ю.О. Карпинського, В.С. Ходакова, І.С. Грузмана, В.П. Боюна, А.А. Лященко, М.І. Васюхіна, В.В. Смоля та ін.

Аналіз результатів робіт зазначених авторів показав необхідність створення нових методів побудови і відображення поточної обстановки на екранах аеронавігаційних систем, які дадуть можливість забезпечити необхідну реалістичність відображення переміщень об'єктів у реальному часі і дозволять скоротити час побудови зорових образів цих динамічних сцен.

Дисертаційна робота представляє собою теоретичне дослідження, узагальнення, наукове обґрунтування і практичне рішення науково-технічної задачі підвищення ефективності процесів представлення динамічної обстановки на екранах аеронавігаційних геоінформаційних систем в реальному часі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась в рамках фундаментальних науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету та Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України відповідно до Програм Міністерства освіти і науки України в області інструментальних засобів обчислювальної техніки і систем керування протягом 2005-2010 рр., що дозволило довести основні результати до стадії впровадження. Знайдені рішення використані у наступних розробках: "Технологія побудови інтегральної інтелектуальної системи захисту важливих та особливо важливих об'єктів", шифр М/98-2005 (ДР № 0105U007850, 2005 р.); "Розробка наукових основ побудови інтегрованих інтерактивних геоінформаційних аеронавігаційних комплексів реального часу", шифр 298-ДБ06

(ДР № 0106U004129, 2006 р.); "Концепція побудови та розробка компонентів автоматизованої інтегрованої системи виявлення та попередження надзвичайних ситуацій при захисті території аеропорту", шифр М/232-2007 (ДР № 0107U007588, 2007 р.).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи полягає в підвищенні ефективності процесів представлення динамічної обстановки на екранах аеронавігаційних геоінформаційних систем реального часу. Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні взаємопов'язані задачі:

- розробити модель побудови і відображення зорових образів динамічних сцен (ДС), відображуваних на екрані АНГС РЧ;
- розробити схему каналу побудови зорового образу динамічної сцени на екрані АНГС РЧ;
- розробити метод швидкої побудови картографічного фону зорового образу динамічної обстановки у реальному часі;
- розробити алгоритми організації процесу просторових переміщень складних символів об'єктів на екрані АНГС РЧ;
- розробити засоби для оцінки запропонованих методів та алгоритмів, що забезпечують побудову зорового образу (ЗО) динамічної обстановки на екрані АНГС РЧ.

Об'єкт дослідження - процеси представлення динамічної обстановки на екранах аеронавігаційних геоінформаційних систем у реальному часі.

Предмет досліджень - методи і засоби побудови зорових образів динамічної обстановки при її представленні на екранах АНГС РЧ.

Методи дослідження. У роботі використовуються системний аналіз В.М. Глушкова, теорія множин, теорія алгоритмів, методи комп'ютерного та імітаційного моделювання, теорія ймовірності.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше запропонована модель побудови зорового образу динамічної сцени, у котрій побудова зорового образу розділяється на статичну і динамічну складові, перша з яких містить модель картографічного фону, яка представлена у вигляді набору прошарків, а друга - модель представлення рухомих об'єктів, зображення яких відповідно до запропонованих алгоритмів побудови зорового образу виводяться по відношенню до фону з пріоритетом, що забезпечує побудову динамічної сцени поточної повітряної обстановки.

2. Розроблено схему каналу побудови зорового образу динамічної сцени, відповідно до якого послідовні процедури перетворення даних розділяються на "повільні", що забезпечують побудову картографічного фону, і "швидкі" - побудова динамічної складової, що, на відміну від відомих рішень, дозволяє обробляти не весь дисплейний файл зорового образу, а лише його динамічну складову.

3. Розроблено метод побудови картографічного фону, що при його

первинній побудові на екрані здійснює процедуру вибору необхідного масиву картографічних даних з бази картографічних даних і процедуру перетворення цих даних у послідовність файлів, а при наступних побудовах фону передбачає вибірку картографічних даних з цієї послідовності файлів, що виключає звертання безпосередньо в базу картографічних даних і, у свою чергу, істотно скорочує час побудови картографічного фону.

4. Розроблено метод вибору набору алгоритмів, що забезпечує функціонування моделі побудови зорового образу динамічної сцени, який на підставі врахування кількості динамічних об'єктів, розміру матриці, що зберігає зображення символу об'єкта, швидкості обчислювальних процедур і сформульованих обмежень по обсягу пам'яті дозволяє визначити оптимальний відсоток використання кожного алгоритму.

Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що вони дозволяють створювати зорові образи динамічної обстановки шляхом побудови динамічних сцен, що відображають поточну повітряну обстановку в реальному часі.

Основними практичними результатами є:

- комплекс алгоритмів відновлення картографічного фону при організації переміщення складного символу;
- модифікований алгоритм повороту складного символу, що реалізує метод базових матриць, та його програмна реалізація;
- методика побудови зорового образу динамічної обстановки в АНГС РЧ.

Теоретичні результати доведені до практичного використання і застосовані:

- у НДР "Розробка наукових основ побудови інтегрованих інтерактивних геоінформаційних аеронавігаційних комплексів реального часу" у розділі "Розробка методів побудови динамічних сцен, які представлені складними рухомими символами, що накладаються на кольоровий картографічний фон та відображаються в реальному часі";

- у НДР "Технологія побудови інтегрованої інтелектуальної системи захисту важливих та особливо важливих об'єктів" у розділі "Методи побудови інтегрованої інтелектуальної системи захисту важливих та особливо важливих об'єктів";

- у НДР "Концепція побудови та розробка компонентів автоматизованої інтегрованої системи виявлення та попередження надзвичайних ситуацій при захисті території аеропорту" у розділах "Методи відображення надзвичайних ситуацій у вигляді динамічних сцен на картографічному фоні в реальному часі" і "Моделі, методи швидкого доступу та методики побудови продуктивних структур баз картографічних даних реальної години";

- у навчальних дисциплінах Національного авіаційного університету "Авіаційні геоінформаційні комплекси" і "Інтерактивні системи і відображення інформації";

- у відкритих розробках військової частини А0515 у розділах програмно-алгоритмічного забезпечення аналізу космічної обстановки та оперативного відображення даних на інформаційних терміналах.

Всі вищеперераховані практичні результати підтверджені відповідними актами впровадження.

Особистий внесок здобувача. Автор самостійно розроблені задачі дисертаційної роботи та основні положення, що виносяться на захист. У роботах, виконаних у співавторстві, здобувачеві належить: у роботі [1] виконана постановка задачі відображення повітряної обстановки, що дозволило сформулювати вимоги до методів перетворення зображень символів, що відображаються у ДС; у [2] досліджена проблема побудови і відображення ДС комплексів реального часу, виконана постановка задачі динаміки і сформульовані додаткові вимоги до методів побудови ДС; у [3] запропоновано метод організації ДС і алгоритм методу генерації складних просторових переміщень символу; у [5] вказані підходи до проектування геоінформаційної частини АНС РЧ; у [6] запропонована послідовність етапів побудови ДС, що забезпечує її відтворення на екрані; у [7] запропонований метод відновлення картографічного фону при організації переміщення складного символу, виконана оцінка його ефективності; у [8] розроблено метод прискореного повороту складного символу; у [9] запропоновано комплекс алгоритмів для побудови кадру ДС, розроблено модель процесу побудови динамічної сцени; у [10] запропонована геоінформаційна складова в системі виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на території аеропорту; у [11] запропонована структура процесу побудови зорового образу динамічної сцени в АНС РЧ; у [13] запропоновано метод швидкої побудови картографічного фону на екрані АНС РЧ; у [14] запропоновано метод вибору оптимального складу алгоритмів побудови зорового образу динамічної обстановки на екранах АНС РЧ.

Апробація результатів дисертації. Результати роботи доповідалися та обговорювалися на: Першому Міжнародному Форумі "Фізична ядерна безпека" (Київ, 2005 р.); VII Міжнародній науково-технічній конференції "ABIA-2006" (Київ, НАУ); конференції студентів і аспірантів "Інженерія програмного забезпечення 2006" (Київ, 2007 р.); XVII науково-технічній конференції "Наукові проблеми розробки, модернізації та застосування інформаційних систем" (Житомир, 2008 р.); XII Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "ТЕХНОЛОГІЯ-2009" (Сєверодонецьк, 2009 р.).

Публікації. Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження опубліковані в 14 друкованих роботах (обсяг 6,4 друкованих аркуша), з них: статей у виданнях, що входять у Перелік ВАК України - 9, робіт без співавторів - 2, матеріалів конференцій - 3, тез доповідей - 2.

Структура й обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох

розділів, висновків, списку використаних джерел із 127 найменувань (15 стор.) та восьми додатків (42 стор.). Робота викладена на 126 сторінках тексту, містить 33 рисунки (17 оформлені на окремих сторінках), 12 таблиць (5 оформлені на окремих сторінках). Загальний обсяг роботи 138 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Вступ містить: обґрунтування актуальності теми; мету та задачі дослідження; об'єкт, предмет та методи дослідження; наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, а також особистий внесок здобувача; дані щодо реалізації, апробації та публікації результатів.

У першому розділі на основі аналітичного огляду стану проблеми обґрунтовано нагальну потребу розробки та задачі дослідження. Проведено аналіз сучасних методів та засобів побудови зорових образів динамічної обстановки на екранах АНГС РЧ, методів побудови та візуалізації картографічного фону і баз картографічних даних (БКД). Розглянуто функціональні можливості сучасних геоінформаційних систем, які використовуються системами для відображення динамічної обстановки. Проведено порівняльний аналіз часових та апаратно-програмних витрат методів відображення переміщень символів реальних об'єктів динамічної сцени.

В результаті аналізу зроблено висновок, що існуючі системи відображення поточної обстановки та методи представлення динаміки переміщень символів реальних об'єктів не забезпечують відображення переміщень об'єктів у реальному часі, тому не дають реалістичного відтворення поточної обстановки. Визначено сукупність питань, які складають науково-технічну задачу. Поставлені питання потребують вирішення ряду взаємопов'язаних задач, що обґрунтовані та сформульовані у даному розділі та розглядаються у дисертації.

Другий розділ присвячено розробці моделей, методів і засобів представлення зорових образів динамічної сцени в АНГС РЧ. Запропоновано модель побудови зорового образу, яка представляє динамічну сцену набором прошарків, що відображають картографічний фон і динаміку переміщення об'єктів на цьому фоні, а також засобів, що забезпечують взаємодію з прошарками для відображення еволюцій символів об'єктів, що рухаються:

$$MOD = \{M_n, P, K\},$$

де $M_n = M1 \cup M2 \cup M3$ - множина прошарків для побудови ДС: $M1$ - множина стандартних картографічних прошарків; $M2$ - множина додаткових прошарків; $M3$ - множина прошарків для відображення переміщення об'єктів;

$P = P1 \cup P2 \cup P3 \cup P4 \cup P5 \cup P6$ - множина методів і засобів роботи з цими прошарками: $P1$ - множина засобів для створення прошарків картографічного фону; $P2$ - множина засобів для створення динамічних прошарків; $P3$ та $P4$ - множина засобів для відображення прошарків картографічного фону та

динамічних прошарків відповідно; $P5$ - множина засобів для роботи з прошарками, керування й аналізу даних картографічного фону; $P6$ - множина засобів для роботи з динамічними прошарками, керування й аналізу даних у динамічних прошарках; K - мова взаємодії.

Показано, що процес побудови зорового образу розділяється на дві складові, кожна з яких представляється відповідною моделлю:

$$1. \text{ Моделлю побудови картографічного фону: } MOD_{\text{карт.фон}} = \{M1, M2, P\} = \{M_{\text{п.стат}}, P\}.$$

$$2. \text{ Моделлю побудови динамічної складової: } MOD_{\text{динам.}} = \{M3, P\} = \{M_{\text{п.динам.}}, P\}.$$

Визначені для даних моделей наступні операції.

1. Об'єднання - модель побудови динамічної сцени:

$$MOD_{\text{дин.сцени}} = MOD_{\text{карт.фон}} \cup MOD_{\text{динам.}} = (M1, M2, P) \cup (M3, P) = (M_n, P).$$

$$2. \text{ Перетинання: } MOD_{\text{карт.фон}} \cap MOD_{\text{динам.}} = (M1, M2, P) \cap (M3, P) = P.$$

$$3. \text{ Різниця: } MOD_{\text{карт.фон}} \setminus MOD_{\text{динам.}} = (M1, M2, P) \setminus (M3, P) = (M1, M2) - \text{множина прошарків, необхідних для побудови картографічного фону.}$$

$$MOD_{\text{динам.}} \setminus MOD_{\text{карт.фон}} = (M3, P) \setminus (M1, M2, P) = (M3) - \text{множина прошарків, у яких відображається динаміка переміщення об'єктів.}$$

$$4. \text{ Декартовий добуток } M_n \text{ на } P.$$

$$M_n \times P = \{(m_n, p) \mid m_n \in M_n \text{ і } p \in P\}.$$

Кожна пара (m_n, p) означає існування інструменту, засобу і методу створення компоненти АНГС РЧ для кожного прошарку динамічної сцени.

Формалізована модель побудови картографічного фону:

$$MOD_{\text{карт.фон}} = \{MOD_{\text{карт.фон}}^T, MOD_{\text{карт.фон}}^G, MOD_{\text{карт.фон}}^P\},$$

$$H_{\text{г}}^{MOD_{\text{карт.фон}}}, L_c, At^L, H_z^{lc}, H_z^{IA}, f_{MOD_{\text{карт.фон}}}^{Hz}, f_L^{Hz}, f_{LA}^{Hz}, f_C^C\}$$

де $MOD_{\text{карт.фон}}^T$, $MOD_{\text{карт.фон}}^G$ та $MOD_{\text{карт.фон}}^P$ - тематична, графічна та просторова

моделі картографічних даних відповідно; $H_{\text{г}}^{MOD_{\text{карт.фон}}}$ - характеристики моделі

БКД: тип проекції, масштаби і т.п.; L_c - сукупність картографічних зв'язків між

тематичними, просторовими і графічними даними; At^L - атрибути

картографічних зв'язків; H_z^{lc}, H_z^{IA} - набори інтегральних характеристик

відповідно картографічних зв'язків і їх атрибутів; $f_{MOD_{\text{карт.фон}}}^{Hz}$ - відображення, що

задає характеристики інфологічної моделі; f_L^{Hz}, f_{LA}^{Hz} - відображення, що

визначають відповідно взаємозв'язки між картографічними зв'язками, їх

атрибути і конкретними наборами інтегральних характеристик; f_C^C -

відображення, що визначає співвідношення між класами об'єктів, що присутні в картографічних зв'язках.

Формалізоване представлення об'єкта, що рухається:

$$\text{MOD}_{\text{рух.об'єкту}} = \{\text{MOD}_{\text{геометр.опис.}}, \text{MOD}_{\text{класифік.опис.}}\},$$

де $\text{MOD}_{\text{геометр.опис.}}$ - геометричний опис об'єкта, що рухається; $\text{MOD}_{\text{класифік.опис.}}$ - класифікаційний опис об'єкта, що рухається.

Геометричний опис об'єкта, що рухається, містить алгебраїчні рівняння, що описують його, і має такий вигляд:

$$\text{MOD}_{\text{геометр.опис.}} = \{F_1 \dots F_N; S_{\text{до}}^g; S_1^{\text{до}} \dots S_N^{\text{до}}; C\},$$

де F_1, \dots, F_N - графічні примітиви, задані алгебраїчними рівняннями; $S_{\text{до}}^g$ - параметри системи координат об'єкта; $S_1^{\text{до}}, \dots, S_N^{\text{до}}$ - параметри систем координат графічних примітивів; C - матриця зв'язності (інформація про зв'язність графічних примітивів і координат їх положення).

Класифікаційний опис об'єкта, що рухається, - інформація про розподіл графічних примітивів об'єкта у просторі, займаному цим об'єктом. Він має вигляд:

$$\text{MOD}_{\text{класифік.опис.}} = \{L_c, S_x, S_y, S_z, d_x, d_y, d_z\},$$

де $L_c = \{\{ \text{ГП}_1, \text{ГП}_3 \dots \}_1, \dots, \{ \text{ГП}_{10}, \text{ГП}_{15} \dots \}_d, \dots, \{ \text{ГП}_{14}, \text{ГП}_{25} \dots \}_D\}$ - класифікаційний список графічних примітивів (ГП_i) кожного домену, S_x, S_y, S_z - розміри оболонки по осях X, Y і Z ; d_x, d_y, d_z - розміри домену оболонки по осях X, Y і Z .

Запропоновано схему каналу побудови зорового образу на екрані АНГС РЧ, рис. 1, яка включає наступні компоненти:

- прикладну модель (ПМ), що містить описи властивостей об'єктів;
- запам'ятовуючий пристрій картографічного фону (ЗП КФ), який зберігає інформацію для побудови і відображення картографічного фону (двовимірна або тривимірна моделі місцевості);
- запам'ятовуючий пристрій символів рухомих об'єктів (ЗП СРО), який зберігає інформацію для побудови і відображення символів об'єктів;
- оперативний запам'ятовуючий пристрій регенерації картографічного фону (ОЗП РКФ);
- оперативний запам'ятовуючий пристрій регенерації символів об'єктів, що рухаються (ОЗП РСРО), який зберігає дані для їх побудови на екрані;
- спецпроцесор картографічного прошарку (СПкп_i), що виконує розрахунки, необхідні для відображення i -го картографічного прошарку;
- спецпроцесор динаміки руху об'єктів (СПдро), який виконує розрахунки, необхідні для опису еволюції об'єктів, що рухаються;
- спецпроцесор поверхні об'єктів, що рухаються (СПпро), який робить розрахунки, необхідні для визначення поверхні об'єктів, що рухаються;
- компілятор сегменту дисплейного файлу побудови картографічного фону (КСДФ КФ);

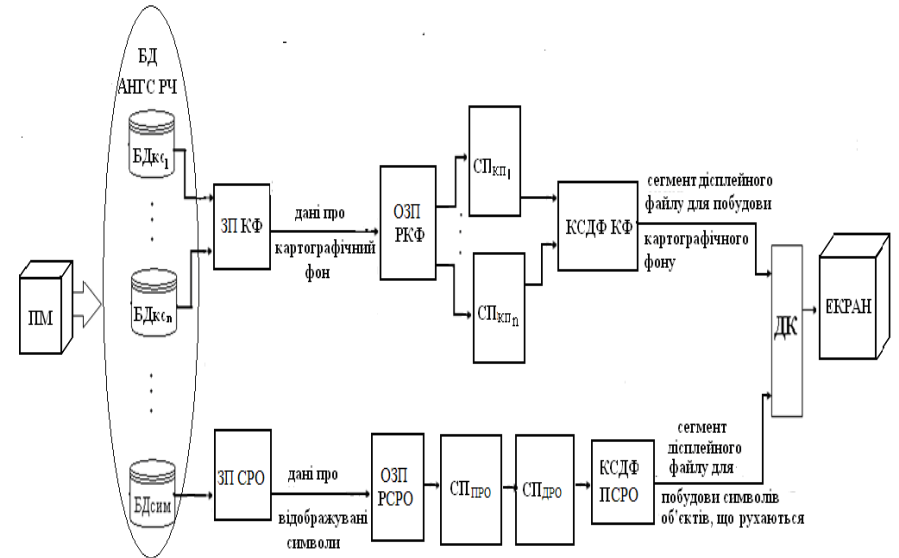


Рис. 1 Схема каналу побудови зорового образу на екрані АНГС РЧ

- компілятор сегменту дисплейного файлу для побудови символів об'єктів, що рухаються, відображуваних на екрані на картографічному фоні (КСДФ РСРО);

- дисплейний контролер (ДК), що відображає дисплейний файл на екрані.

Схема каналу містить два паралельні напрямки обробки даних: один забезпечує побудову і відображення на екрані картографічного фону по ланцюжку $\text{ПМ} \rightarrow \text{БДк}_1 \rightarrow \text{ЗП КФ} \rightarrow \text{ОЗП РКФ} \rightarrow \text{СПкп}_1 \rightarrow \text{КСДФ КФ} \rightarrow \text{ДК} \rightarrow \text{ЭКРАН}$, а другий - динамічної складової ланцюжку $\text{ПМ} \rightarrow \text{БДсим} \rightarrow \text{ЗП СРО} \rightarrow \text{ОЗП РСРО} \rightarrow \text{СПдро}$ і/або $\text{СПдро} \rightarrow \text{КСДФ РСРО} \rightarrow \text{ДК} \rightarrow \text{ЭКРАН}$, що забезпечує в момент зміни кадру дисплейного файлу перекомпіляцію не всього його, а лише тільки відповідного зміненого сегмента, за рахунок чого збільшується швидкість побудови кадрів зорового образу при його представленні на екрані в реальному часі.

Запропоновано метод побудови картографічного фону, відповідно до якого вводиться додатковий рівень взаємодії з БКД, що реалізує технологію зовнішнього збереження картографічної інформації у виді окремої електронної карти. В рамках запропонованого методу розроблена модульно-ієрархічна структура засобів побудови картографічного фону, яка складається з трьох рівнів (рис.2): "Рівня даних", що містить файли даних і систему управління базами даних; "Рівня управління", що реалізує технологію зовнішнього збереження картографічної інформації та "Рівня додатків" - містить додатки, які реалізують

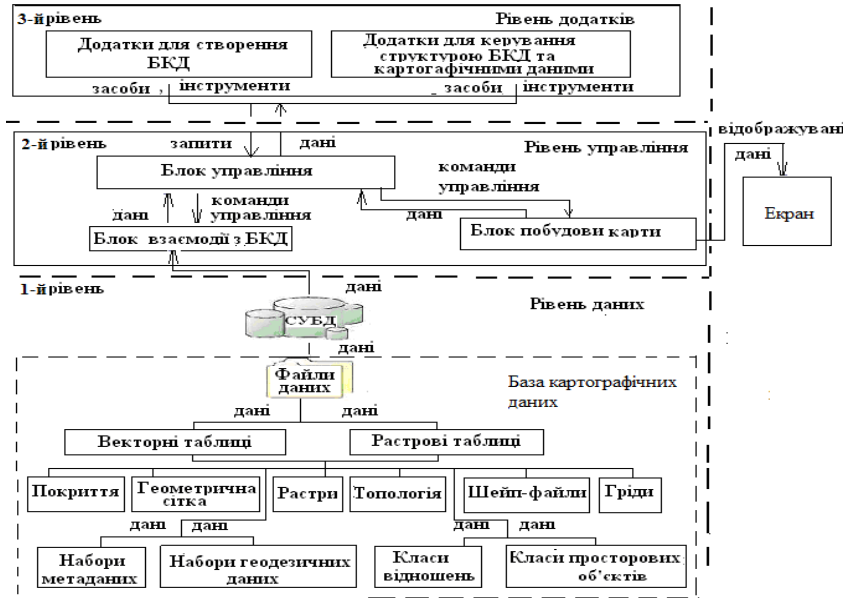


Рис. 2 Модульно-ієрархічна структура засобів для побудови картографічного фону

засоби доступу, аналізу та управління картографічними даними. Реалізація додаткового рівня досягається взаємодією трьох блоків: «Блоку взаємодії з БКД», «Блоку побудови карти» та «Блоку управління». Відповідно до запропонованого методу при первинній побудові фону по запиті користувача, що поступив через "Рівень додатків" у «Блок управління» "Рівня управління", виробляються керуючі команди в «Блок взаємодії з БКД», що вибирає необхідні дані з БКД і передає їх у «Блок управління». «Блок управління» відправляє їх у «Блок побудови карти», який відображає фон на екран зі збереженням його в окремій послідовності файлів. Цей процес продовжується до повної побудови ділянки картографічного фону. При наступних звертаннях до даних виробляються керуючі команди в «Блок управління». Якщо дані не вибиралися з БКД, то керуючі команди відправляються в «Блок взаємодії з БКД» і дані вибираються з БКД із подальшою їх передачею в «Блок побудови карти». Якщо дані вже вибиралися з БКД, то керуючі команди переправляються «Блоком управління» в «Блок побудови карти» і дані вибираються з послідовності файлів карти, не звертаючись безпосередньо в БКД, за рахунок чого скорочується час побудови картографічного фону.

Первинна побудова картографічного фону виконується за час T :

$$T = (t_{\text{зап.БКД}} + t_{\text{вд}}) \times M,$$

де $t_{\text{зап.БКД}} = \sum_{r=1}^m \sum_{j=1}^{l-1} (\log_b(r+1)t_0 + jt_1)p_{(r-1)l+j}$ – час пошуку запису у файлі БД для деревоподібних структур; M – число об'єктів карти; $t_{\text{вд}}$ – час відображення даних; b – визначається видом дерева розбивки (двійкове $b=2$); j – номер запису в файлі БД; m – кількість блоків; l – кількість записів у блоці; r – номер блоку; t_0 – час пошуку блоку; t_1 – час пошуку запису в блоці; $p_{(r-1)l+j}$ – імовірність звертання до запису файлу БД.

Кожна повторна побудова картографічного фону виконується за час:

$$T_{\text{файл}} = (t_{\text{звертПЗП}} + t_{\text{вд}}) \times M + t_{\text{пошук_по_табл.файлів}},$$

де $t_{\text{пошук_по_табл.файлів}}$ – час пошуку файлу в таблиці файлів; $t_{\text{звертПЗП}}$ – час доступу до клітинки постійного запам'ятовуючого пристрою.

Запропонована реалізація даного методу у вигляді алгоритму.

У третьому розділі розроблено алгоритми організації переміщень символів об'єктів при побудові зорових образів поточної обстановки в АНГС РЧ. Запропоновано модифікований алгоритм повороту складного символу (МАБМ), який реалізує метод базових матриць, основна ідея якого полягає у використанні бази даних символів (БДС), що зберігає в пам'яті зображення символу об'єкта, повернені на всі кути у діапазоні від 0^0 до 360^0 з кроком $11,25^0$, і при виконанні повороту на визначений кут із БДС обирається необхідне зображення з кодом $K = 360^0 / \varphi + 1$, де φ – кут повороту, і відображається на екран. Показано, що МАБМ здійснює поворот за час:

$$t_{\text{МАБМ}} = t_{\text{БДС}} + t_{\text{од}},$$

де $t_{\text{МАБМ}}$ – час, необхідний на оберт і відображення складного символу по МАБМ, $t_{\text{БДС}}$ – час звертання в БДС, $t_{\text{од}}$ – час відображення символу. Доведено, що $t_{\text{МАБМ}}$ є швидшим, ніж у найбільш розповсюджених методах повороту символу (класичному методі синусно-косинусних перетворень, модифікованому методі синусно-косинусних перетворень, що використовує розраховані і збережені в пам'яті значеннями косинусів та синусів кутів), і не потребує витрат додаткових ресурсів (додаткового апаратного забезпечення - генератора символів, часових витрат на перезавантаження зображення базового символу в блок пам'яті базового символу).

Запропоновано алгоритми відновленням картографічного фону при організації процесу переміщення складного символу об'єкта, засновані на процедурі "виризання" ділянки карти, що покривається активними пікселями символу. Загальний алгоритм відновлення картографічного фону відображено на рис. 3. Визначено інваріанти алгоритмів відновлення картографічного фону при організації процесів повороту символу об'єкта та лінійного переміщення. Запропоновано структури даних, що зберігають дані про картографічний фон, що покривається символами об'єктів при організації процесу переміщення символів. Враховані випадки для вісесиметричного й вісесиметричного символів.

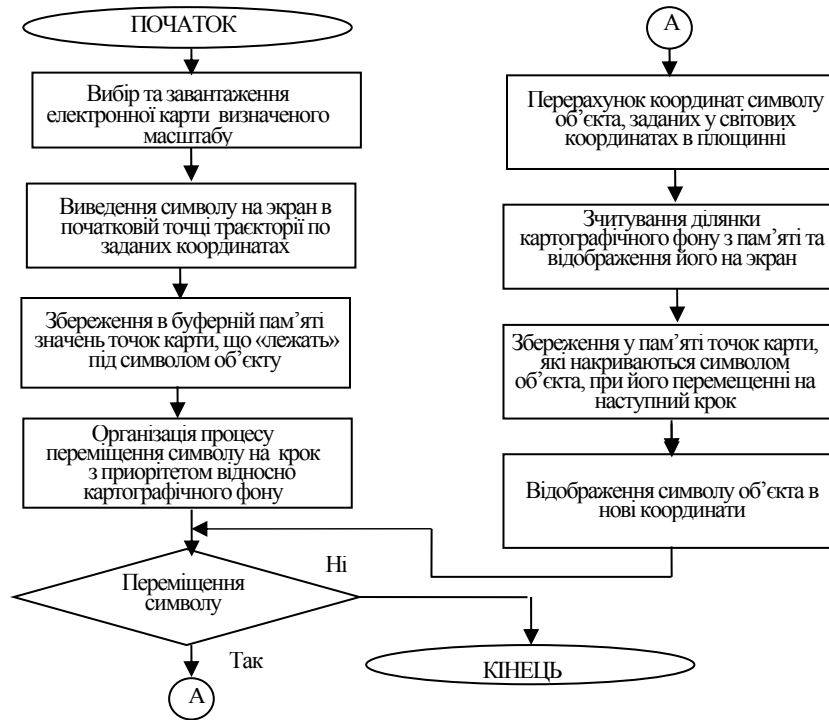


Рис. 3 Алгоритм відновлення картографічного фону

Визначено, що для вісесиметричного символу структура представляє собою набір записів з інформацією про i -ту точку зображення частки карти. Кожний запис розміром 11 байт складається з 3 полів:

$$q_i = (X_i; Y_i; col_i),$$

де X_i та Y_i – відповідно координати x та y точок зображення частки карти, розмір по 4 байти; col_i – колір точки зображення частки карти, розмір 3 байти.

У випадку вісесиметричного символу застосовуються записи двох типів. Перший містить координати точок зображення карти, з якими збігаються осі системи координат, що прив'язується до символу об'єкту, розміром 32 байти:

$$q2 = ((X_1, Y_1); (X_2, Y_2); (X_3, Y_3); (X_4, Y_4)). \quad (1)$$

Другий тип записів має розмір 14 байт та має вигляд:

$$q1_i = (\Delta X_i; \pm \Delta Y_i; col1_i; col2_i), \quad (2)$$

де ΔX_i та $\pm \Delta Y_i$ – абсолютні величини приросту координат x та y точки зображення карти відносно координатних осей; $col1_i$ та $col2_i$ – кольори відповідно першої та другої симетричних точок зображення.

Причому, для повного збереження інформації про частку карти, що покривається кожним символом використовується один запис першого типу (1) та $col/2+N$ записів другого типу (2), де col – кількість точок матриці зображення, що безпосередньо формують символ об'єкту.

Запропоновано метод вибору набору алгоритмів побудови зорового образу динамічної сцени на екрані АНГС РЧ, який на підставі кількості динамічних об'єктів з урахуванням обсягу використовуваної пам'яті та швидкості обчислювальних процесів визначає оптимальний відсоток використання для кожного із m програмних засобів, наявних у комплексі, n алгоритмів для побудови зорового образу, збільшуючи швидкість його відображення. Задача оптимізації використання алгоритмів має вигляд:

$$\sum_{j=1}^m (k_j s_j \sum_{i=1}^n (v_{ji} x_{ji})) \rightarrow \max \quad (3)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^m k_j \sum_{i=1}^n Q_{ji} x_{ji} \leq R, \quad \sum_{i=1}^n x_{ji} = 1 \text{ для всіх } j = 1, \dots, n, \quad (4)$$

де k_j – кількість об'єктів, які необхідно обробити на кожному рівні, s_j – площа відображуваного об'єкту в пікселях, v_{ij} – швидкість i -го алгоритму на j -ому рівні (кількість пікселів, відображуваних в одиницю часу), причому $v_{ij} = \frac{1}{w_{ji} \times t}$,

де w_{ji} – кількість операцій, необхідних для відображення одного пікселя зображення, t – час виконання однієї операції, Q_{ij} – обсяг використовуваної пам'яті для i -го алгоритму на j -ому рівні, x_{ji} – відсоток використання i -го алгоритму на j -ому рівні, R – обсяг відеопам'яті, що є в наявності в комплексі.

Розглянуто рішення задачі оптимізації (3) для двох методів повороту складного символу об'єкта (методу синусно-косинусного перетворення та методу базових матриць). Обчислено задачу оптимізації використання алгоритмів для статичної та динамічної складових 3О при умові, що використовується Р множина методів і засобів роботи з динамічними та статичними прошарками, що визначена у другому розділі для моделі побудови зорового образу.

Відповідно до (3) та (4) задача максимізації швидкості відображення зорового образу динамічної обстановки на екрані АНГС РЧ для статичної складової здобуває наступний формально-математичний вигляд:

$$I_1 S v_1 x_1 + I_1 S v'_1 (1 - x_1) + I_2 S v_3 x_3 + I_2 S v'_3 (1 - x_3) + I_3 S v_5 x_5 + I_3 S v'_5 (1 - x_5) \rightarrow \max,$$

при обмеженнях

$$I_1 Q_1 x_1 + I_1 Q'_1 (1 - x_1) + I_2 Q_3 x_3 + I_2 Q'_3 (1 - x_3) + I_3 Q_5 x_5 + I_3 Q'_5 (1 - x_5) \leq R_1.$$

А задача максимізації швидкості відображення зорового образу для динамічної складової має наступний формально-математичний вигляд:

$$k_1sv_2x_2 + k_1sv'_2(1-x_2) + k_2sv_4x_4 + k_2sv'_4(1-x_4) + k_3sv_6x_6 + k_3sv'_6(1-x_6) \rightarrow \max,$$

при обмеженнях

$$k_1Q_2x_2 + k_1Q'_2(1-x_2) + k_2Q_4x_4 + k_2Q'_4(1-x_4) + k_3Q_6x_6 + k_3Q'_6(1-x_6) \leq R_2$$

Причому, S - площа екрана (у пікселях); s - площа знакомісця символу; k_1, k_2, k_3 - кількість символів, які треба: створити для збереження в комплексі, відобразити на екрані та обробити, відповідно; l_1, l_2, l_3 - кількість прошарків, які треба: створити для збереження в комплексі, відобразити на екрані та обробити, відповідно; $R_1 + R_2 \leq R$, де R - загальний обсяг відеопам'яті, R_1 та R_2 - обсяги відеопам'яті відповідно статичної та динамічної складових.

Отримані результати дозволили зробити висновок про оптимальне відсоткове відношення використання розглянутих алгоритмів для побудови зорового образу.

Запропоновано методику побудови зорового образу динамічної сцени, яка об'єднує розроблені моделі, методи і алгоритми представлення зорового образу. Відповідно до методики за основу побудови зорового образу пропонується взяти модель побудови динамічної сцени в АНГС РЧ, розроблену у розділі 2. Для побудови та відображення статичної складової зорового образу динамічної сцени використати метод побудови картографічного фону, що запропонований у розділі 2, а для побудови динамічної складової - алгоритми, що викладені у розділі 3. Відображення на екрані динамічної сцени виконати за допомоги каналу побудови зорового образу, схема якого запропонована у розділі 2. Таке сполучення методів дозволяє побудувати зоровий образ ДС відповідно до висунутих вимог по швидкості та реалістичності відображення. На основі методики запропонована структурна схема процесу побудови зорового образу динамічної обстановки, рис. 4. Розроблено набір IDEF0-діаграм методики побудови зорового образу динамічної сцени, які описують, відповідно до запропонованої методики, послідовність процесів, на які розбивається побудова зорового образу, і які необхідно виконати для побудови динамічної сцени.

У четвертому розділі виконано оцінку ефективності методу побудови картографічного фону, яка базується на розрахунку часу, що витрачається на побудову і відображення картографічного фону. Для цього розроблена програма "VREMJA POSTROENIJA KARTU", що обчислює час побудови картографічного фону в залежності від числа відображуваних карт та об'єктів карти, кількості записів і кількості блоків у файлі БКД. Розрахунок показав, що використання даного методу скорочує час побудови картографічного фону для окремих задач при відображенні зорового образу в АНГС РЧ у 2 рази.

Виконано оцінку ефективності алгоритмів відновлення картографічного фону при організації переміщення лише одиночного символу, відображуваного у зоровому образі. Показано, що для цього випадку відбувається скорочення розмірів пам'яті більш ніж у 2 рази для вісесиметричного символу і більш ніж у

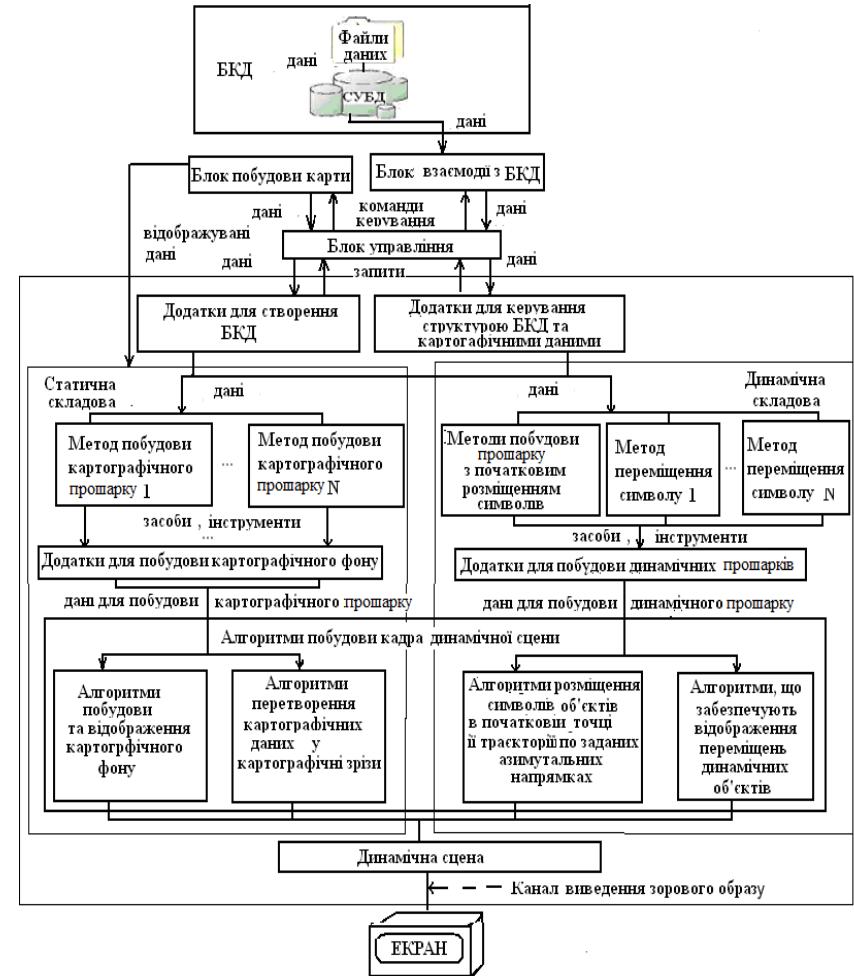


Рис. 4 Структурна схема процесу побудови зорового образу динамічної сцени

3 рази для вісесиметричного. Виконано оцінку ефективності алгоритмів відновлення картографічного фону при відображенні повної ДС на екрані АНГС РЧ. Для розрахунку значень обсягів пам'яті була розроблена програма "RASCHECH". Визначено, що при відображенні повної ДС економія буферної пам'яті при відновленні картографічного фону, складає від 51% до 76%.

Виконано оцінку ефективності модифікованого алгоритму повороту складного символу, що реалізує метод базових матриць. Розроблена програма

"POVOROT", що виконує поворот символу на кут від 0^0 до 360^0 із кроком $11,25^0$, відображення його на екран та розрахунок часу, що витрачається на поворот складного символу. Визначено, що використання цього алгоритму дає значне скорочення часу, який витрачається на поворот символу при відображенні динамічної обстановки, при чому збільшення ефективності спостерігається зі збільшенням розмірності матриці відображення складного символу.

ВИСНОВКИ

В роботі отримані наступні результати:

1. Вперше запропонована модель побудови зорового образу динамічної сцени, у котрій побудова зорового образу розділяється на статичну і динамічну складові, перша з яких містить модель картографічного фону, яка представлена у вигляді набору прошарків, а друга - модель представлення рухомих об'єктів, зображення яких відповідно до запропонованих алгоритмів побудови зорового образу виводяться по відношенню до фону з пріоритетом, що забезпечує побудову динамічної сцени поточної повітряної обстановки.

2. Розроблено схему каналу побудови зорового образу динамічної сцени, відповідно до якої послідовні процедури перетворення даних розділяються на "повільні", які забезпечують побудову картографічного фону, і "швидкі" - побудову динамічної складової, при цьому обробляється не весь дисплейний файл зорового образу, а лише його динамічна складова, унаслідок чого збільшується швидкість побудови кадру зорового образу, що забезпечує відтворення динамічної сцени на екрані в реальному часі.

3. Розроблено метод побудови картографічного фону, згідно з яким при первинній побудові фону на екрані здійснюється процедура вибору необхідного масиву картографічних даних з бази картографічних даних і процедура перетворення цих даних у послідовність файлів; при наступних змінах фону передбачається вибірка картографічних даних з цієї послідовності файлів, що скорочує число звернень безпосередньо в базу картографічних даних і, у свою чергу, скорочує час побудови картографічного фону для окремих задач в 2 рази.

4. Запропоновано модифікований алгоритм повороту складного символу, що реалізує метод базових матриць, заснований на використанні бази даних символів, яка містить набір їх азимутальних зображень, і забезпечує, на відміну від відомих методів, зменшення кількості обчислювальних операцій на поворот і відображення необхідної еволюції. Розроблена програма реалізації даного алгоритму і проведена оцінка його ефективності, яка показує значне скорочення часу, що витрачається на поворот та відображення зображення символу, причому ефективність зростає зі збільшенням розмірності матриці відображення складного символу.

5. Розроблено комплекс алгоритмів відновлення картографічного фону при

організації процесу переміщення складного символу, що забезпечує скорочення розмірів затрачуваної пам'яті при відновленні картографічного фону більш ніж у 2 рази для одиничного вісесиметричного символу, у 3 рази для одиничного вісесиметричного символу і від 51% до 76% при відображенні повної динамічної сцени.

6. Розроблено метод вибору набору алгоритмів, що забезпечує функціонування моделі побудови зорового образу динамічної сцени, який на підставі врахування кількості динамічних об'єктів, розміру матриці, що зберігає зображення символу об'єкта, швидкості обчислювальних процедур і сформульованих обмежень по обсягу пам'яті дозволяє визначити оптимальний відсоток використання кожного алгоритму, що у сукупності і збільшує швидкість відображення зорового образу.

7. Запропоновано методику побудови зорового образу динамічної обстановки в АНГС РЧ, що поєднує розроблені моделі, методи, алгоритми і засоби, використання яких забезпечує покадрову побудову та відображення зорового образу динамічної обстановки в реальному часі відповідно до вимог по швидкості представлення і реалістичності відображення.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Васюхин М.И. Метод преобразования изображений символов в системах защиты особо важных объектов / М.И. Васюхин, А.М. Касим, С.М. Креденцар, С.А. Пономарев // Первый Международный Форум «Физическая ядерная безопасность». – 2005. - С. 50-55.
2. Васюхин М.И. Проблемы построения динамических сцен, выводимых на экран геоинформационных комплексов реального времени / М.И. Васюхин, С.М. Креденцар, А.А. Пономарев, В.В. Смолий // Вестник ХГТУ. – 2006. – № 1. – С. 11-16.
3. Васюхин М.И. Методы генерации сложных пространственных перемещений при представлении воздушной обстановки (для центров оперативного управления) / М.И. Васюхин, А.М. Касим, С.М. Креденцар // Технологические системы. – 2006. – № 3. – С. 5-7.
4. Креденцар С.М. Перспективы применения параллельных вычислений и кластерных вычислительных систем в системах отображения воздушной обстановки / С.М. Креденцар // Материалы VII Международной научно-технической конференции "АВИА- 2006". – 2006. - том 1. – 21.113-21.116.
5. Касим А.М. Общие принципы проектирования программного обеспечения геоинформационной части аэронавигационных комплексов реального времени / А.М. Касим, С.М. Креденцар // Матеріали Всеукраїнської конференції аспірантів і студентів "Інженерія програмного забезпечення 2006". – 2007. – С. 143-149.

6. Васюхин М.И. Методы организации динамических сцен в геоинформационных комплексах оперативного управления / М.И. Васюхин, О.И. Капштык, А.М. Касим, С.М. Креденцар // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2007. – № 27. – С. 72-76.
7. Васюхин М.И. Метод восстановления картографического фона при организации динамической сцены для анализа воздушной обстановки в реальном времени / М.И. Васюхин, С.М. Креденцар, О.И. Капштык // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2007. - Випуск № 9. – С. 24-31.
8. Васюхин М.И. Метод ускоренного поворота сложного символа при построении динамической зрительной сцены в аэронавигационных геоинформационных системах реального времени / М.И. Васюхин, О.И. Капштык, С.М. Креденцар // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2008. – № 30. – С. 281-287.
9. Васюхин М.И. Модель процесса построения динамической сцены в аэронавигационных геоинформационных системах реального времени / М.И. Васюхин, В.Д. Гулевец, С.М. Креденцар // Сборник научных трудов Донецкого национального технического университета. – 2008. – № 9(132). – С. 119-125.
10. Васюхин М.И. Особенности функционирования аэропортов та методы запобігання виникненню надзвичайних ситуацій / М.И. Васюхин, Н.М. Лобанчикова, С.М. Креденцар // Наукові проблеми розробки, модернізації та застосування інформаційних систем: 17 наук.техн.конф. – Житомир: ЖВІ НАУ, 2008.– С. 188.
11. Васюхин М.И. Методика построения зрительного образа динамической обстановки в аэронавигационных геоинформационных системах реального времени / М.И. Васюхин, С.М. Креденцар, В.В. Смолий // Матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Технологія - 2009» з міжнародною участю. – Северодонецьк: ТІ СНУ ім. В.Даля. – 2009. – ч.2. – С. 52-54.
12. Креденцар С.М. Структура канала вывода информации на экран аэронавигационной геоинформационной системы реального времени / Креденцар С.М. //Сборник трудов ДонНТУ серии "Информатика, кибернетика и вычислительная техника". - 2009. - Вып. 10(153). - С.152-155: ил. 2. Библиогр.: 10 назв.
13. Васюхин М.И. Модульно-иерархическая структура базы картографических данных и метод быстрого построения картографического фона на экране аэронавигационной геоинформационной системы реального времени / М.И. Васюхин, С.М. Креденцар // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2009. – № 1(34). – С. 218-224.

14. В.А. Бородин Методика вибору оптимального складу методів побудови зорового образу динамічної обстановки / В.А. Бородин, С.М. Креденцар // Вісник НАУ. – 2009. – № 2. – С. 123-128.

АНОТАЦІЯ

Креденцар С.М. Методи та засоби побудови зорових образів динамічної обстановки на екранах аеронавігаційних геоінформаційних систем реального часу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології, Національний авіаційний університет, м. Київ, 2010.

Дисертація присвячена рішення важливої науково-технічної задачі підвищення ефективності процесів представлення динамічної обстановки на екранах АНГС РЧ. Запропоновано модель побудови зорового образу динамічної обстановки та схему каналу побудови зорових образів на екрані АНГС РЧ. Розроблено метод побудови картографічного фону в АНГС РЧ. Створено модифікований алгоритм повороту складного символу, який реалізує метод базових матриць. Розроблено алгоритми відновлення картографічного фону при організації процесу переміщення складного символу. Запропоновано метод вибору набору алгоритмів побудови зорового образу, оптимізуючи швидкість його відображення. Запропоновано методику побудови зорового образу динамічної обстановки в АНГС РЧ.

Ключові слова: зоровий образ, динамічна сцена, картографічна база даних, картографічний фон, аеронавігаційна геоінформаційна система.

АННОТАЦИЯ

Креденцар С.М. Методы и средства построения зрительных образов динамической обстановки на экранах аэронавигационных геоинформационных систем реального времени. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Информационные технологии, Национальный авиационный университет, г. Киев, 2010.

Диссертация посвящена решению важной научно-технической задачи повышения эффективности процессов представления динамической обстановки на экранах аэронавигационных геоинформационных систем в реальном времени.

Впервые предложена модель построения зрительного образа динамической сцены, содержащая модель картографического фона и модель представления движущегося объекта, которые в соответствии с предложенными алгоритмами построения зрительного образа обеспечивают построение динамической сцены.

Разработана схема канала построения зрительного образа динамической

сцены, согласно которой последовательные процедуры преобразования данных разделяются на «медленные», обеспечивающие построение картографического фона, и «быстрые» - построение динамической составляющей, что, в отличие от известных решений, позволяет обрабатывать не весь дисплейный файл зрительного образа, а лишь его динамическую составляющую.

Предложен метод построения картографического фона на экране АНГС, который при первичном построении картографического фона, в течение цикла функционирования АНГС РВ, выбирает необходимые данные из файлов данных БКД и отображает картографический фон на экран с одновременным сохранением его в отдельной последовательности файлов, а при последующих обращениях к ранее отображаемым участкам картографического фона выбирает данные из этой последовательности файлов карты, не обращаясь непосредственно в БКД, за счет чего сокращается время построения картографического фона. Разработан алгоритм, реализующий этот метод.

Выполнена оценка эффективности применения метода построения картографического фона, которая рассчитывает время, затрачиваемое на построение и отображение картографического фона и показывает сокращение времени построения картографического фона до 2 раз.

Предложен модифицированный алгоритм поворота сложного символа, реализующий метод базовых матриц, и показана его эффективность в случае применения базы данных символов, которая содержит азимутальные изображения символа объекта, что позволяет выполнять поворот символа на шаг за время, равное времени развертки кадра, и при этом не требуются дополнительные ресурсы, которые необходимы известным методам. Также разработана программа реализации данного алгоритма, осуществляющая поворот сложного символа на угол от 0^0 до 360^0 с шагом $11,25^0$ и его воспроизведение на экране для матриц различного размера. Программа осуществляет расчет времени, затрачиваемого на процедуры поворота и отображения символа, что в свою очередь, позволило произвести оценку эффективности применения предложенного алгоритма, которая показала значительное сокращение времени, затрачиваемого на поворот сложного символа, причем увеличение эффективности наблюдалось с увеличением размерности матрицы отображения сложного символа.

Разработаны алгоритмы восстановления картографического фона при организации перемещения сложного символа, обеспечивающие сокращение размеров памяти при восстановлении картографического фона более чем в 2 раза для единичного осесимметричного символа и в 3 раза для единичного осесимметричного символа, и обеспечивающие при отображении полной динамической сцены сокращение памяти от 51% до 76%.

Предложен метод выбора набора алгоритмов построения зрительного образа

динамической сцены, который на основании количества динамических объектов с учетом объема используемой памяти и скорости вычислительных процессов путем решения задачи оптимизации позволяет определить оптимальный процент использования каждого алгоритма, увеличивая скорость отображения зрительного образа. Приведено решение данной задачи для конкретного примера в случае использования для построения ЗО динамической обстановки метода синусно-косинусного преобразования и метода базовых матриц.

Разработана методика построения зрительного образа динамической обстановки в аэронавигационных геоинформационных системах реального времени, объединяющая предложенные модели, методы и алгоритмы: модель построения динамической сцены в АНГС РВ, модель построения картографического фона, модель представления движущихся объектов при построении зрительного образа динамической обстановки, метод построения картографического фона, схему канала построения зрительного образа на экране АНГС РВ, алгоритмы организации процесса перемещения сложного символа объекта с восстановлением картографического фона, метод выбора набора алгоритмов, сочетание которых обеспечивает построение зрительного образа динамической обстановки в реальном времени в соответствии с выдвигаемыми требованиями по скорости и реалистичности отображения.

Ключевые слова: зрительный образ, динамическая сцена, картографическая база данных, картографический фон, аэронавигационная геоинформационная система реального времени.

ABSTRACT

Kredentsar S.M. Methods and Tools For Building the Visual Images Of Dynamic Scenes On the Displays Of Real-Time Air-Navigation Geo-Information Systems. - Manuscript.

A candidate's thesis in engineering under 05.13.06 speciality – Information Technologies, National Aviation University, Kyiv, 2010.

The thesis is aimed at solving a research problem of increasing the efficiency of visualization a dynamic situation on the displays of real-time air-navigation geo-information systems (ANGS). The model of the process and a structure of the channel of building the visual images to the display in a real-time ANGS are suggested. The method of quick building of a cartographic background has been developed. The modified algorithm for the method of base matrixes has been created for turning a complex symbol. Algorithms have been created for reconstruction of the cartographic background. A method of selecting the set of algorithms that provide building of the visual image and optimizing the speed of displaying the visual image. A procedure of building the visual images of a dynamic scene in a real-time ANGS is suggested.

Key words: visual image, dynamic scene, cartographic database, cartographic background, air-navigation geo-information system.