

Development of tools for computer-aided design of a complex of information system hardware

Kokoshko V.S.

Odessa, Ukraine, e-mail: kokoshko@i.ua

Piadyshch V.G.

Odessa State University of Internal Affairs, Odessa, Ukraine

e-mail: piadyshch@ukr.net

Siforov O.I.

Odessa State University of Internal Affairs, Odessa, Ukraine

e-mail: siforov@i.ua

Abstract. This article discusses the basic approaches to the stages of information system development and the complex of technical means. A methodology for the development of computer aided design tools is proposed. The development of a multicriteria model for the synthesis of a complex of information system hardware was made. The substantiation of the algorithm of realization of the developed model is made. The software for computer-aided designing of a complex of information system hardware has been developed. The approach for experimental verification and determination of adequacy of the developed model is given. The solution of multicriteria problem in which the stages were implemented, which included selection and justification of local criteria, formation of function of utility of local criteria, synthesis of generalized criterion; search for a compromise area, as well as a search for a compromise solution by a generalized criterion.

Key words: Tools, information system, computer aided design, system approach, modules, information.

Постановка проблеми. На практиці, при розробці комплексу технічних засобів (КТЗ) як правило використовуються:

- оболонки КТЗ. Комплекси цього типу створюються, як правило, на основі якого-небудь КТЗ досить добре зарекомендував себе на практиці. При створенні оболонки з комплексу-прототипу видаляються компоненти, занадто специфічні для області їх безпосереднього застосування, і залишаються ті, які не мають вузької спеціалізації;

- мови програмування високого рівня. Інструментальні засоби цієї категорії позбавляють розробника від необхідності заглиблюватися в деталі реалізації комплексу - способи ефективного розподілу пам'яті, низькорівневі процедури доступу та маніпулювання даними

- середовище програмування, що підтримує кілька парадигм. Засоби цієї категорії включають кілька програмних модулів, що дозволяє користувачеві комбінувати в процесі розробки комплексу різні стилі програмування.

- додаткові модулі. Засоби цієї категорії представляють собою автономні програмні модулі, призначені для виконання специфічних завдань в рамках обраної архітектури комплексу вирішення проблем.

Мета. На основі принципів системного підходу запропонувати методологію розробки інструментальних засобів автоматизованого проектування комплексу технічних засобів інформаційної системи

Аналіз публікацій. На підставі аналізу літературних джерел [1, 2, 3, 4] нами встановлено, що створення КТЗ є складним ітераційним процесом, який в даний час не може бути повністю формалізований через відсутність єдиного підходу до вибору КТЗ для АСУ різних об'єктів. У зв'язку з цим важливо визначити основні принципи проектування КТЗ, які на основі вітчизняного та зарубіжного досвіду можуть бути сформульовані наступним чином.

У процесі проектування КТЗ необхідно:

- провести чітке розмежування функцій між окремими підсистемами КТЗ, визначити їх спеціалізацію розподілом на основні, допоміжні та обслуговуючі підсистеми; при цьому особлива увага повинна бути приділена питанням безперервності процесу обробки інформації;

- врахувати розподіл обов'язків по управлінню об'єктом при виборі пристроїв введення та відображення інформації, що пов'язано зі складно формалізованих процесом управління, зручністю роботи операторів і непередбачуваністю ситуацій при функціонуванні АСУ;

- забезпечити резервування технічних засобів виходячи з необхідної надійності і працездатності комплексу в різних екстремальних ситуаціях;

- передбачити концентрацію родинних завдань на окремих ЕОМ багатомашинного комплексу та їх продумане перерозподіл;

- забезпечити модульність розробки всіх підсистем КТЗ, що дозволяє здійснити автономну постачання, монтаж і налагодження обладнання по функціональних підсистемах і таким чином скоротити терміни розробки і врахувати потреби розвитку об'єктів; модульне побудова обчислювальних систем дозволяє створювати економічно виправдані системи, розвиток яких повністю відповідає етапам впровадження АСУ;

- передбачити можливість як програмної, так і апаратної захисту системи від несанкціонованого доступу;

- співвідносити можливості термінального обладнання з можливістю обчислювальних засобів, продуктивність входять до КТЗ ЕОМ з пропускнуою спроможністю ліній зв'язку (при проектуванні розподілених обчислювальних систем);

- врахувати спадкоємність, як основних обчислювальних засобів, так і периферійного обладнання зі стикування знову придбаних з уже діючими пристроями ВС.

Рішення завдання. Рішення поставленого завдання можна розглянути у вигляді виконання наступних основних етапів:

1. Розробка багатокритеріальної моделі синтезу комплексу технічних засобів ІС;
2. Вибір і обґрунтування алгоритму реалізації розробленої моделі;
3. Розробка програмного засобу автоматизованого проектування комплексу технічних засобів ІС;
4. Експериментальна перевірка і визначення адекватності розробленої моделі.

Складність вирішення цього завдання обумовлено великою розмірністю, багатокритеріальністю і високою невизначеністю вихідної інформації на різних етапах проектування КТЗ. Розглянуті особливості, а також трудомісткість і велика розмірність розв'язуваної задачі синтезу КТЗ ІС значно ускладнюють розробку формальних методів проектування.

Проектування КТЗ є багатокритеріальним завданням, вирішення якого складається з наступних етапів:

- вибір і обґрунтування локальних критеріїв;
- формування функції корисності локальних критеріїв;
- синтез узагальненого критерію; пошук області компромісів;
- пошук компромісного рішення за узагальненим критерієм.

Розглянемо ці етапи. З метою побудови адекватної моделі, в повній мірі, яка описує предметну область, необхідно визначити локальні критерії. Для цього на основі принципів системного підходу проектувану систему на сукупність її основних властивостей. Таким чином, виходячи з характеристик системи: велика розмірність, високий рівень вимог до надійності функціонування, великий обсяг інформації, що зберігається і оброблюваної інформації, було обрано такі основні критерії: мінімальна вартість створення і експлуатації КТЗ, максимальна надійність функціонування і продуктивність, максимальна відмовостійкість.

Найбільш важливими характеристиками системи є її вартість і продуктивність, тому в якості обмежень в розробленої математичної моделі були прийняті: вартість експлуатації і завантаженість кожного сервера на всіх рівнях архітектури клієнт-сервер.

У зв'язку з тим, що локальні критерії неоднорідні і мають різні шкали вимірювання, ускладнюються агрегація приватних оцінок. Для вирішення цієї проблеми необхідно вибрати і обґрунтувати універсальну функцію корисності локальних критеріїв, яка відображала б конкретні особливості і цілі системи, що розробляється.

З цією метою використовуємо функцію корисності критеріїв такого вигляду

$$P_l[f_l(x)] = \left(\frac{f_l(x) - f_{lhx}(x)}{f_{ls}(x) - f_{lhx}(x)} \right)^{\alpha_l},$$

де $f_l(x)$ - поточне значення l -го локального критерію; $f_{lhx}(x)$ - найгірше значення l -го локального критерію; $f_{ls}(x)$ - екстремальне значення l -го локального критерію; α - показник нелінійності.

$$X = \{x_1, x_1, \dots, x_n\}, i = \overline{1, n}$$

де n - кількість серверів; x_i - булева змінна, яка визначає наявність i -го сервера в складі КТЗ ІС.

$$x_i = \begin{cases} 1, \text{если } i\text{-й сервер включается в состав КТС ИС} \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Як узагальненого критерію оцінки можна використовувати аддитивну і мультипликативну функції корисності виду:

$$W(X^0) = \max_{x^0 \in \Omega_x} \sum_{l=1}^p \lambda_l p_l(f_l(x)),$$

де X^0 - компромісне рішення; Ω_x - область компромісів; p - число локальних критеріїв; λ_l - параметр ізоморфізму.

Параметр ізоморфізму λ_l , дозволяє враховувати різні приватні критерії і приводити їх до єдиної метрики. Так як мультипликативна форма не може врахувати інформацію про перевагу локальних критеріїв,

$$\prod_{l=1}^p \lambda_l$$

в зв'язку з тим що $\prod_{l=1}^p \lambda_l$ є постійним масштабним множником, то в подальшому будемо використовувати аддитивну функцію корисності.

Попередня формула справедлива лише в разі коли коефіцієнти λ_l враховують не тільки важливість критеріїв, але і призводять їх до єдиного вигляду і розмірності. В даному конкретному випадку визначення коефіцієнтів ізоморфізму утруднено. Для вирішення цієї проблеми адаптивну функцію представити у вигляді:

$$W(X^0) = \max_{x^0 \in \Omega_x} \sum_{l=1}^p a_l p_l(f_l(x)),$$

де a_l - ваговий коефіцієнт, що відображає важливість l -го локального критерію; $p_l(f_l(x))$ - функція корисності l -го локального критерію;

При цьому ваговий коефіцієнт a_l , визначається виходячи зі співвідношення:

$$\sum_{l=1}^p a_l = 1, a_l \in [0, 1], \forall l = \overline{1, p},$$

У загальному випадку узагальнений критерій пошуку оптимального рішення можна записати у вигляді

$$W(X^0) = \arg \max_{x^0 \in \Omega_x} \left\{ \sum_{l=1}^p [a_l p_l(f_l(x))]^\beta \right\}^{\frac{1}{\beta}},$$

де β - коефіцієнт адаптації.

Варіюючи значенням коефіцієнта β проектувальник може використовувати широкий клас схем компромісу при пошуку оптимального рішення.

Завдання проектування КТЗ ІС полягає в пошуку екстремального значення при наступних обмеженнях:

$$C_i^{екс} x_i \leq C_i^{дон},$$

де $C_i^{екс}$ - вартість експлуатації i -го сервера; $C_i^{дон}$ - допустима вартість експлуатації i -го сервера; x_i - завантаженість сервера.

$$P_i x_i \leq P_i^{дон},$$

де P_i - завантаженість i -го сервера; $P_i^{дон}$ - допустима завантаженість i -го сервера; $x_i = \{0, 1\}$ - на дискретність змінних.

Вже згадана завдання відноситься до класу нелінійного дискретного програмування з булевими змінними, тому реалізація розглянутої моделі вимагає великих витрат обчислювальних ресурсів. З метою вирішення завдання обрані два алгоритми, перший з яких - метод випадкового пошуку, і евристичний метод, заснований на теорії генетичних алгоритмів.

Багатокритеріальної розробленої моделі і невизначеність вихідної інформації дозволяє віднести задачу синтезу комплексу технічних засобів ІС до слабкоструктурованих. У зв'язку з цим найбільш

ефективним є використання діалогового, інтерактивного режиму проектування, який в свою чергу дозволяє об'єднати математичні методи і алгоритми з досвідом проектувальника.

На основі розробленої математичної моделі і алгоритму реалізовано програмний засіб проектування комплексу технічних засобів ІС.

Це програмне засіб дозволяє на основі вихідних даних, а саме (кількість серверів (n); їх загальні вартісні характеристики; обмеження на експлуатаційні витрати; завантаженість кожного сервера) визначити технічні характеристики кожного сервера (вартість технічних засобів та вартість їх експлуатації, продуктивність, надійність і вірогідність відмови в обслуговуванні).

До основних особливостей розробленого програмного засобу можна віднести:

- можливість синтезу структури комплексу технічних засобів різної розмірності;
- зручність і наочність проектування.

Отже, використання діалогового режиму проектування дозволяє контролювати виконання оптимізаційних процедур і коригувати процес пошуку оптимального рішення.

References:

1. Yusupov R.M., Zabolotskiy V.P. (2000) *Nauchno-metodicheskie osnovyi informatizatsii* [Scientific and methodological foundations of informatization]. Sb.: Nauka, 2000, 382 p. (In Russian)
2. Bulatov V.P. (2002) *Optimizatsiya: modeli, metody, resheniya* [Optimization: models, methods, solutions.]. Novosibirsk, Nauka, 2002. 359 p. (In Russian)
3. Sgurovskiy M.Z. (2000) *Integrirovannyye sistemy optimalnogo upravleniya i proektirovaniya: Ucheb. Posobie* [Integrated systems of optimal control and design: Textbook.]. Kiev: Vysshaya shkola, 2000. 64 p. (In Ukrainian)
4. Gorbatyuk A.F. Beshkarev A.V. (2000) *Primenenie algostrukturnoy tekhnologii v kompyuternykh sistemakh upravleniya* [Application of algostructural technology in computer control systems]. Lugansk: VUGU, 2000, 200 p. (In Ukrainian)

Разработка инструментальных средств автоматизированного проектирования комплекса технических средств информационной системы

Кокошко Владимир Семенович, e-mail: kokoshko@i.ua
доктор технических наук, профессор

Пядишев Владимир Георгиевич, e-mail: piadyshev@ukr.net
Одесский государственный университет внутренних дел, Украина

Сифоров Александр Иванович, e-mail: siforov@i.ua
Одесский государственный университет внутренних дел, Украина

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные подходы по стадиям разработки информационной системы и комплекса технических средств. Предложена методология по разработке инструментальных средств автоматизированного проектирования. Была осуществлена разработка многокритериальной модели синтеза комплекса технических средств информационной системы. Произведено обоснование алгоритма реализации разработанной модели. Осуществлена разработка программного средства автоматизированного проектирования комплекса технических средств информационной системы. Приводится подход по экспериментальной проверке и определения адекватности разработанной модели. Предложено решение многокритериальной задачи в которой были реализованы этапы, которые включают выбор и обоснование локальных критериев, формирование функции полезности локальных критериев, синтез обобщенного критерия; поиск области компромиссов, а также был произведен поиск компромиссного решения по обобщенному критерию.

Ключевые слова: инструментальные средства, информационная система, автоматизированное проектирование, системный подход, модули, информация.