

УДК 519.816

УНІВЕРСАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБ'ЄКТА В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ

О. В. Барабаш, С. В. Ленков, Я. І. Лепіх, В. В. Балабін, В. А. Савченко,
І. М. Плосконос, А. С. Слюняєв*

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
м. Київ, проспект Глушкова 2, корп.8
тел. 044—521—32—89, lenkov_s@ukr.net

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2
м. Одеса, Україна, тел.(048) 723—34—61, E-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

УНІВЕРСАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБ'ЄКТА В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ

*О. В. Барабаш, С. В. Ленков, Я. І. Лепіх, В. В. Балабін, В. А. Савченко,
І. М. Плосконос, А. С. Слюняєв*

Анотація. Описано розроблену на основі моделі скінченного автомата універсальну модель інформаційного об'єкта, який може функціонувати у неоднорідному інформаційному середовищі.

Ключові слова: інформаційні системи, сенсори, математична модель, інтелектуальний компонент

UNIVERSAL MODEL THE INFORMATION OBJECT PROCESS FUNCTIONING IN THE INTELLECTUAL CONTROL SYSTEM

*O. V. Barabash, S. V. Lenkov, Ya. I. Lepikh, V. V. Balabin, V. A. Savchenko,
I. M. Ploskonos, A. S. Slyunyaev*

Abstract. The universal model information object which can function in non-uniform information space developed on the basis of the final automatic device model is described.

Keywords: information system, sensors, mathematical model, an intellectual component

УНІВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЪЕКТА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

*О. В. Барабаш, С. В. Ленков, Я. И. Лепих, В. В. Балабин, В. А. Савченко,
И. М. Плосконос, А. С. Слюняев*

Аннотация. Описана разработанная на основе модели конечного автомата универсальная модель информационного объекта, который может функционировать в неоднородном информационном пространстве.

Ключевые слова: информационные системы, сенсоры, математическая модель, интеллектуальный компонент

Вступ

Джерелом даних для прийняття рішень в системах управління технічних об'єктів служать сенсори, що надають інформацію про параметри середовища, в якому функціонує система. Разом з тим останні досягнення науково-технічного прогресу у галузі нанотехнологій спричинили появу якісно нових багатопараметричних датчиків, здатних до формування великої кількості первинної інформації, обробка якої у одному централізованому процесорі вже є недоцільною через значні часові та ресурсні витрати. В зв'язку з цим виникає потреба в удосконаленні математичного та програмного

забезпечення систем управління з метою розширення їх можливостей щодо розподіленої обробки інформації.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Для вирішення такого завдання найбільш доцільним є використання специфічних програмних об'єктів — інтелектуальних компонентів, завданням яких є первинна обробка інформації і видача до центрального процесора готових рішень (висновків) щодо функціонування того чи іншого фізичного об'єкта. Функціональну схему такого інтелектуального компонента наведено на рис. 1.

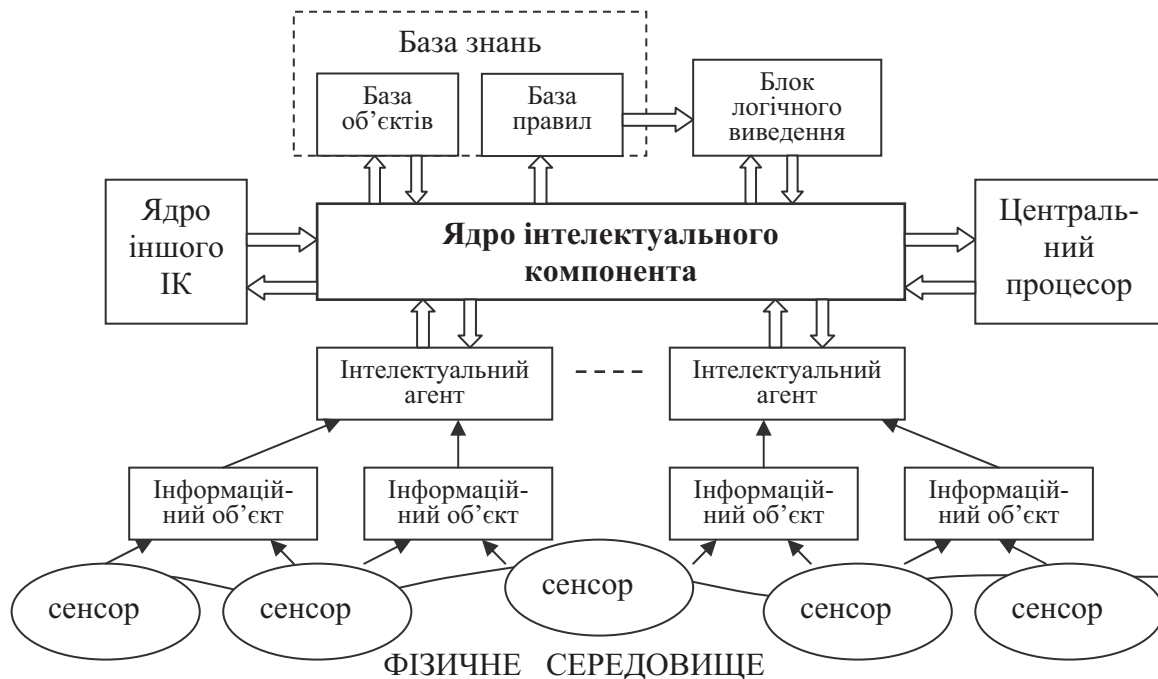


Рис. 1. Функціональна схема інтелектуального компонента системи управління

До складу інтелектуальних компонентів входять інтелектуальні агенти — програмні засоби, робота яких полягає у зборі і логічній обробці інформації від інформаційних об'єктів (ІО) на основі застосування продукційних правил. В свою чергу інформаційні об'єкти, як нижній рівень інтелектуальної ієрархії, безпосередньо контактують з сенсорами середовища.

Аналіз робіт попередників

Аналіз робіт по об'єктно-орієнтованому проектуванню і програмуванню дозволяє виділити три основні класи моделей, що пред-

ставляють об'єкти і класи: моделі, засновані на семантичних мережах і фреймах; моделі, що розвиваються на основі теорії баз даних і семантичних моделей даних; моделі, що використовують роботи по абстрактних типах даних [1—3].

Але зазначені моделі є суто специфічними і не враховують більшість вимог, яким повинен задовольняти інформаційний об'єкт у неоднорідному інформаційному середовищі, і отже, необхідна розробка універсальної моделі ІО, яка точно визначає конструкцію такого об'єкта і здатна формалізувати заявлені для нього властивості.

Метою статті є розробка універсальної моделі інформаційного об'єкта, який функціонує у складному інформаційному середовищі і яка б відображала усі можливі варіанти його функціонування та, разом з тим, була б простою для розуміння та розробки з використанням мов логічного програмування.

Необхідним базисом для формалізації інтелектуальних компонентів СУ є модель інформаційного об'єкта, яка повинна будуватися в рамках деякої формальної системи (теорії). Як математичний апарат такої теорії (числення об'єктів) доцільно використати логіку першого порядку.

Інформаційний об'єкт визначається наступним чином:

$$O := \langle NO, \{A\}, \{O\}, \{F\} \rangle, \quad (1)$$

де NO — ім'я об'єкта; $\{A\}$ — множина атрибутів об'єкта (A_0, \dots, A_n) , де A_i — i -й атрибут ІО; $\{O\}$ — множина об'єктів, які структурно входять до даного об'єкта, $(O_{NO_1}, O_{NO_2}, \dots, O_{NO_m})$, де O_{NO_i} — i -й підпорядкований об'єкт, об'єкту з ім'ям NO ; $\{F\}$ — множина функцій, які виконує даний ІО.

Атрибут ІО визначимо як $A = \langle N_A, S_A, V_A \rangle$, де N_A — ім'я атрибута, S_A — множина, на якій визначається значення атрибута, V_A — значення атрибута.

Примітивним ІО можна назвати такий ІО, що $O = \langle N_O, \{A\}, \emptyset, \{F\} \rangle$, тобто що має порожню множину вкладених ІО. Можна ввести структурний ІО (або пасивний), який визначається як $O = \langle N_O, \{A\}, \emptyset, \emptyset \rangle$, тобто що має порожню множину вкладених ІО і порожню множину функцій, а також ввести однопараметричний ІО: $O = \langle N_O, A, \emptyset, \emptyset \rangle$ для скорочення запису що позначається як $\langle N_O, A \rangle$, що має тільки один атрибут.

Множина функцій інформаційного об'єкта. Введення поняття “множина функцій” дозволяє природним чином розділити ІО на два класи: активні ($МП \neq 0$) і пасивні ($МП = 0$).

Активними ІО (АІО) називатимемо такі ІО, у яких множина функцій не порожня, тобто вони володіють власною поведінкою і можуть виконувати деякі активні дії.

Пасивними ІО (ПІО) назвемо ІО, що не володіють власною поведінкою, пасивно беруть участь в реалізації деяких дій.

Припустимо, що взаємодія АІО здійснюється через прийом і передачу ПІО, при цьому в множині функцій АІО можуть породжуватися необхідні ПІО і передаватися іншому ІО. Цей інфор-

маційний обмін можна трактувати як передачу повідомлень, обмін сигналами, зміну вхідних сигналів і тому подібне, що дозволяє розглядати систему “джерело — приймач” в більш широкому сенсі ніж парадигма “клієнт — сервер”.

Традиційним засобом опису функціонування об'єктів в об'єктно-орієнтованих методах і системах є модель скінченого автомата. Як більш універсальний засіб визначення функціонування ІО пропонується використовувати апарат канонічних числень Е. Поста [4,5].

Для формалізації функціональної моделі ІО введемо: $\{R\}$ — множина простих ІО, що приймаються даним об'єктом; $\{T\}$ — множина передаваних даним об'єктом ПІО.

Вважаємо, що функціональна модель оперує з множинами $\{A\}$, $\{R\}$ і $\{T\}$. Оскільки для кожного атрибута A_i множина, на якій він визначений, — S_{A_i} , може мати різну природу, то елементи цієї множини можна інтерпретувати досить широко: як програмні коди, виклики функцій операційної системи, графічні структури та ін.

Також виділимо типи станів ІО у функціональній моделі:

- стани, в яких можливий прийом елементів множини $\{R\}$, надалі позначених як R_i ;
- стани, в яких неможливий прийом R_i .

Оскільки множина функцій повинна враховувати співвідношення атрибутів і зміст R_i , то необхідно ввести предикати, які утворюватимуть множину допустимих предикатів:

$$\{Pr\} = (Pr_1, Pr_2, \dots, Pr_\phi).$$

Для аналізу складних умов і співвідношень будуватимемо формули над предикатами в мові числення висловлювань і позначати їх $F(Pr)$ або просто F .

Алфавіт числення K_{FM} визначимо таким чином: $A = (\{R\}, \{T\}, \{A\}, \{S\}, \{Pr\}, \&, \vee, (,), \neg, \rightarrow, \xi, \nabla, \emptyset)$, де $\{S\}$ — множина станів ІО, ξ — символ порожнього слова. До нього включимо символи мови ІО для побудови формул F . Алфавіт змінних включатиме змінні $P = (p, q, f, hA)$, де p — послідовність вхідних ПІО, q — послідовність вихідних ПІО, f — послідовність формул з предикатами Pr в ІО, hA — список атрибутів ІО, для якого будується функціональна модель.

Аксиому числення задамо як $A = (\emptyset \xi S_0 \xi hA(0) \xi \emptyset \xi \emptyset)$, де \emptyset означає порожній стан змінної, а під $hA(0)$ розуміється список вигляду $\langle \langle NA_1, SA_1, VA_1(0) \rangle; \langle NA_2, SA_2, VA_2(0) \rangle; \dots$

$\langle NA_n, SA_n, VA_n(0) \rangle$, де $VA_n(0)$ позначає значення i -го атрибуту у момент часу $t = 0$, тобто у момент початку функціонування ІО.

Правила виводу для числення $K_{\text{ФМ}}$ будуватимемо як схеми правил, оскільки в конкретній функціональній моделі виходитиме різна кількість правил виводу, які мають вигляд, що задовольняє запропонованим схемам:

$$R_i p \xi S_0 \xi h A(0) \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_i \xi h A(R_i) \xi q, T_i \xi f, F_i; \quad (2)$$

$$R_i p \xi S_0 \xi h A(0) \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_i \xi h A(R_i) \xi q, T_i \xi f, F_i; \quad (3)$$

$$R_i p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_j \xi h A(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j; \quad (4)$$

$$R_i p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f, F_i \Rightarrow p \xi S_j \xi h A(R_i) \xi q, T_j \xi f; \quad (5)$$

$$R_i p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi h A(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j; \quad (6)$$

$$R_i p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f, F_i \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi h A(R_i) \xi q \xi f; \quad (7)$$

$$\nabla p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f \Rightarrow p \xi S_j \xi h A(R_i) \xi q, T_j \xi f, F_j; \quad (8)$$

$$\nabla p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f, F_i \Rightarrow p \xi S_j \xi h A(S_i) \xi q, T_j \xi f; \quad (9)$$

$$\nabla p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi h A(S_i) \xi q, T_j \xi f, F_j; \quad (10)$$

$$\nabla p \xi S_i \xi h A \xi q \xi f, F_i \Rightarrow \nabla p \xi S_j \xi h A(S_i) \xi q, T_j \xi f. \quad (11)$$

Схеми (2) і (3) задають правила, що виводять зі стану S_0 в стани типу а і б відповідно. Для позначення неможливості обробки вхідної послідовності R_i використовується службовий символ ∇ . У цих схемах породжується вихідний ПІО T_i , і формула F_i , при цьому ми допускаємо можливість завдання $T_i = \emptyset$ і $F_i = \emptyset$, що дозволяє уникнути зайвих схем виводу.

Схеми (4) і (5) визначають переходи із станів типу а в стани типу а, з аналізом істинності F_i або без аналізу. Допускаємо також, що в F_i може бути задана формула $(\neg F_i)$, тобто перевіряється істинність заперечення деякої формули. Таке розширення допустиме, оскільки у численні висловлювань істинність або помилковість будь-якого вислову може бути точно встановлена. Оброблена формула F_i виключається з подальшого процесу виводу. При циклічній поведінці ІО необхідна формула може знову породжуватися схемами (4).

Схема (6) задає перехід із стану типу а в стан типу б без аналізу F_i , а схема (7) — з аналізом F_i . Схеми (8), (9) визначають переходи із станів типу б в стани типу а, а схеми (10) і (11) із станів типу б в стани типу б. У цих схемах правил

закладається можливість повернення в стан S_0 і зупинки при переході в такий стан S_j з якого немає можливості подальшого виводу.

У схемах правил виводу (2) — (11) задаються в загальному вигляді функціональні перетворення $hA(S_i)$, які можна визначити як перетворення над значеннями атрибутів: $VA_i := f_{(k)}(VA_{\phi_1}, \dots, VA_{\phi_k})$, де k — арність функціонального символу, VA_{ϕ_i} — i -й аргумент функції $f(k)$, узятий із списку значень атрибутів.

Висновки

Таким чином на основі моделі скінченного автомата з застосуванням методу канонічних числень Е. Поста побудовано математичну модель інформаційного об'єкта, який може функціонувати у неоднорідному інформаційному середовищі системи управління.

Зазначена модель є достатньо універсальною, оскільки модель функціонування об'єкта описується за допомогою продукційних схем виводу, які дозволяють описати множину правил виводу для всіх можливих станів та вхідних сигналів об'єкта в тому числі і за допомогою мов логічного програмування.

Напрямок подальших досліджень у галузі інтелектуалізації систем управління є розробка моделей інтелектуальних агентів а також процесів взаємодії агентів з інформаційними об'єктами системи управління.

Література

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
2. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Методы и модели анализа данных: OLAP and Data Mining. — СПб.: БХВ—Петербург, 2004. — 336 с.
3. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность / В. О. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. О. Левин, В. О. Корнійчук. — К.: МАКНС, 2007. — 336 с.
4. Маслов С. Ю. Некоторые свойства аппарата канонических исчислений Э. Л. Поста // Тр. матем. ин-та АН СССР. Т.72. — 1964. — С. 5—56.
5. Швецов А. Н., Суконщиков А. А. Канонические исчисления Поста как средство моделирования сложных дискретных систем // Автоматизация процессов управления и обработки информации: Сб. статей. — Вологда: ВоПИ, 1998. — С. 128—135.