

Формалізація генетичного алгоритму засобами семіотичного моделювання для задач кадрового менеджменту

Григор'єв О.В., Теличко Г.О.
Кафедра ПМІ ДонНТУ
selevkoanna@mail.ru

Abstract

Grigoriev O. V., Telichko G.O. Formalization of genetic algorithm by semiotic modelling means for tasks of personnel management. In the paper for the first time the instrument of genetic algorithm, which works according to the principles of formal mathematical is formulated. The mechanism of interconnected rules of elements of formal model changing is developed within frameworks of the semiotic model of the task of selection and distribution of the enterprise personnel.

Вступ

Розв'язання задач кадрового управління є актуальною. Існує ряд методів і моделей для розв'язання задач управління персоналом, які підтвердили свою ефективність. Однак, сучасна організація процесу роботи підприємства висуває нові вимоги до процесу управління кадрами. У роботі [1] поставлено нову математичну постановку задачі пошуку оптимального розподілу завантаження робітників підприємства, яка є багатофакторною і нелінійною у критеріях оптимізації. Для розв'язання нових задач ступеневої і факторіальної складності постає необхідність розробляти гнучкі, самонастроювальні і динамічні алгоритми пошуку оптимального рішення на базі генетичних алгоритмів (ГА) [2].

Принциповими є наступні напрямки еволюційної адаптації: на рівні знань, правил переходу від однієї формальної системи до іншої (семіотична модель) [3], зміни функцій агентів, дослідження здатності системи адаптуватися до змін навколишнього середовища. У роботах [4, 5] авторами запропоновано динамічні генетичні алгоритми. Динамізм ГА у роботі досягається за рахунок адаптації параметрів у процесі пошуку рішення залежно від успішності результатів на попередніх етапах.

Однак, ці роботи не враховують можливу динаміку фенотипу, тобто моделі самого організму і вплив його на механізм ГА. Тобто немає механізму взаємопов'язаних змін ГА як механізму розв'язання задачі, і зміни фенотипу як постановки задачі. Семіотична модель (СМ) дозволяє адекватно описувати сучасні проблемні області, основними характеристиками яких є відкритість, динамічність. У сучасних дослідженнях продуктивно застосовуються принципи СМ [6,7]. СМ має механізм, що спроможний описати складний динамічний об'єкт

управління, врахувати в цьому описанні не тільки його специфічні структуру і функціонування, але і можливість еволюції об'єкта у часі [7]. Існує ряд робіт, в яких будуються СМ для різних напрямків. Так, Е.Ю. Головіна застосовує семіотичну модель при розв'язанні задач авіації [8]. О.В. Григор'єв у роботах [9, 10] визначає СМ САПР вирішування типових задач проектування, яка стала основою для розробки інтелектуальних САПР бізнес – планів, САПР трубопроводів, САПР обчислювальних засобів. Це дає змогу прогнозувати успішне використання останнього підходу для поставленої задачі оптимізації і управління добором персоналу, де є велика, але обмежена кількість можливих рішень. Специфікою запропонованого підходу є: 1) побудова моделі об'єкту проектування, у даному випадку моделі підприємства, як сукупності зв'язків між блоками-компонентами об'єкту [11]; 2) визначення аксіом СМ як сумісності альтернативних значень ознак об'єкта, що визначають технічне завдання у просторі виглядів систем [9] (ПВС). Хромосома у даному випадку розглядається як сукупність параметрів синтезу 2-го типу, тобто таких, що визначають структурні особливості рішення. При такому підході генотип об'єкту, тобто його кодування, однозначно визначає його фенотип, тобто схему побудування, що є безперечним достоїнством даного підходу при використуванні генетичних алгоритмів.

Специфікою СМ ГА є: 1) наявність певної підмножини синтаксично правильних виражень, що є популяцією, тобто специфічним засобом для пошуку семантично правильних виражень; 2) специфічних правил виведення, тобто генетичних операторів, що є засобами організації зміни популяції – підмножині синтаксично правильних виражень; 3) обмежень, що складають типові аксіоми СМ; 4) застосування засобів розрахунку пристосованості хромосом, що є типовими правилами виведення СМ, тобто засобом пошуку семантично правильних виражень; 5) цільової функції, що не має прямого визначення у класичній СМ, але має визначення у СМ САПР як функція цілі, яка допомагає вибрати оптимальне рішення серед множини семантично правильних рішень, що відповідають технічному завданню, тобто аксіомам-обмеженням.

Метою даної роботи є формалізація генетичного алгоритму засобами семіотичного моделювання для задач кадрового менеджменту з точки зору запропонованого підходу, що дає можливість забезпечити урахування динамізму складного об'єкту управління.

Формалізація ГА засобами СМ

Наведемо трактування математичної постановки задачі і методу пошуку на базі модифікованого ГА (МГА), що описано у роботі [1], в формально математичній теорії. Подане трактування ГА як формальної моделі забезпечує можливість явного застосування системи взаємопов'язаних правил зміни семіотичної моделі. СМ управління

добором і розподілом персоналу підприємства (СМПП) має вигляд: $СМПП = (T, P, A, \Pi, \chi_T, \chi_P, \chi_A, \chi_\Pi)$. Перша четвірка – це елементи формальної моделі: T – сигнатура, P – синтаксичні правила, A – аксіоми, Π – правила виведення. Друга четвірка $\chi_T, \chi_P, \chi_A, \chi_\Pi$ – описує правила зміни відповідних формальних елементів СМПП. У сигнатурі T визначено знаки (базові елементи) $СМ$, якими буде оперувати модель. Для СМПП характерні такі сигнатури (рис. 1): 1) прості базові елементи, які складаються з переліку букв і цифр, і залежно від визначеного типу базового елемента характеризують класи, на базі яких будуть будуватися сукупності для опису елементів моделі (Т.3-Т.6); 2) складні базові елементи (ідентифікація робітника, роботи), які мають відповідну структуру і теж складаються з переліку букв і цифр, однак ці букви і цифри описують визначену структуру (Т.1, Т.2).

Т.1. Роботи підприємства: $W = \{w_1, w_2, \dots, w_M\}$, кожна робота w_m : $w_m = \{\dot{N}_m, \ddot{O}_m, z_m, E_m, K_m, t_m, d'_m, t'_m, t_m\}$, $m = 1..M$, де \dot{N} : строкова, \ddot{O} : строкова, Z : число, E : число, K : число, t : строкова, d' : число, t' : строкова, t : число.
Т.2. Робітники підприємства: $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$. кожен робітник s_n : $s_n = \{\dot{L}_n, \dot{N}_n, \dot{S}_n, \ddot{D}_n, \check{A}_n, \check{T}_n, \check{D}_n\}$, $n = 1, N$, де \dot{L} : строкова, \dot{N} : строкова, \dot{S} : строкова, \ddot{D} : дата, \check{A} : строкова, \check{T} : строкова, \check{D} : строкова, D : дата.
Т.3. s : дата.
Т.4. D : строкова.
Т.5. z : число, $z \geq 0$.
Т.6. w : бінарне число.

Рисунок 1 – Перелік сигнатур моделі

Конструктивна процедура π_1 відрізняє один елемент сигнатури від іншого. Наприклад, відмінність одного робітника від іншого за розбіжністю хоча б одного структурного елемента двох робітників, що порівнюються (прізвища, імена та ін.). Конструктивна процедура π_2 визначає належність елемента до T відповідно до структури елементів (опис робітника і роботи моделі відрізняється структурою збереження інформації). Система синтаксичних правил СМПП (рис. 2) визначає можливості структурних комбінацій базових елементів з метою формального опису елементів поставленої задачі і методу пошуку оптимального розподілу на базі МГА. Синтаксичні правила СМПП умовно можна розділити на два види. Перший вид визначає правила формалізації елементів методу пошуку оптимального завантаження робітників підприємства на базі МГА. Другий вид правил визначає синтаксичні правила для додаткового визначення складових підприємства – робіт і робітників. Синтаксичні правила першого виду мають дворівневу структуру синтаксичних правил. Процедура π_3 визначає приналежність сукупностей базових елементів до P . Вона являє собою процес синтаксичного аналізу послідовності базових елементів у описаному наборі синтаксичних правил.

P.1. Кожний базовий елемент є синтаксично правильною сукупністю.
P.2. Множина базових елементів $\{w\}$ є синтаксично правильною сукупністю (перелік робіт, які беруть участь у пошуку оптимального розподілення, перелік посадових обов'язків робітника).
P.3. Множина базових елементів $\{s\}$ є синтаксично правильною сукупністю (перелік робітників, які беруть участь у пошуку оптимального розподілення).
P.4. Синтаксично правильною є бінарна структура X розміром $I \times J$, де $I > 0$, $J \leq N$ (відносно синтаксису ГА – хромосома).
P.5. Синтаксично правильною є множина синтаксично правильних елементів X кількістю $\rho: P = \{X_1, X_2, \dots, X_\rho\}$ (відносно синтаксису ГА – популяція хромосом, розмір популяції дорівнює ρ).
P.6. Множина базових елементів $\{D\}$ є синтаксично правильною сукупністю (наприклад, множина психофізичних якостей).
P.7. Сукупність базових елементів (z, z, z) є синтаксично правильною сукупністю (наприклад, значення психофізичних вимог роботи).
P.8. Сукупність базових елементів (D, D, z, z) є синтаксично правильною сукупністю (значення професійних вимог робіт).
P.9. Сукупність базових елементів (D, s) є синтаксично правильною сукупністю (наприклад, дані про дітей).
P.10. Сукупність базових елементів (D, D, s, s) є синтаксично правильною сукупністю (наприклад, професійні характеристики робітника).
P.11. Сукупність базових елементів (D, D, s, s, D, D, D) є синтаксично правильною сукупністю (записи трудової книжки).
P.12. Множина сукупностей $((z, z, z), (z, z, z), (D, D, z, z), (z, z, z, z))$ є синтаксично правильною сукупністю (професіограма).
P.13. Сукупність базових елементів (z, z, s) є синтаксично правильною сукупністю (результати тестування).

Рисунок 2 – Перелік синтаксичних правил моделі

Аксиоми А СМПП, відповідно до синтаксичних правил, є обмеженнями, визначеними на множині можливих зв'язків працівник-робота, що задають сумісні набори альтернативних значень різних ознак, які входять до ПВС. Це є набір визначених вимог щодо елементів задачі добору і розподілу персоналу підприємства, тобто вимоги даної роботи до кваліфікації виконавців, та дані про виконавців, тобто їх освіту, стаж, роботу на ставку, чи неповну ставку та інше. Рівень пристосованості хромосоми є рівнем її оптимальності, що дозволяє вибрати найліпшу серед семантично правильних хромосом. Правила виведення описують механізм визначення семантично правильної сукупності, яка розширює склад семантично правильних виражень моделі (рис. 3). Правила виведення СМПП поділяються на підгрупи. Наведена формальна модель є розв'язною формальною моделлю, оскільки існує конструктивна процедура π_4 , яка може однозначно визначити, чи є синтаксично правильна сукупність семантично правильною сукупністю відповідно до аксіом.

1) Типові правила виведення СМ:

П.1. Розрахунок відповідності характеристик робітника, що бере участь у розподіленні, вимогам робіт, серед яких відбувається розподілення.
П.2. Розрахунок пристосованості хромосом $\{X_1, X_2, \dots, X_p\}$ популяції поточної генерації. ЦФ хромосоми F_h розраховується за формулою: $F_h = q_h^{r_1} \cdot (1/p_h)^{r_2} \cdot fBg(X_h) \rightarrow max, h = 1, \dots, n$
Цільова функція популяції F – це сукупність функцій цілі хромосом популяції: $F = \{F_1, F_2, \dots, F_H\}$.
П.3. Формування тестового набору для кожної посади відбувається відповідно до психофізичних і комунікаційних вимог професіограми $G_v: \{R_{v1}, R_{v2}, \dots, R_{vK}\}, \{R_{vL}, R_{v2}, \dots, R_{vU}\}$.
П.4. Проведення тестування кандидатів: 1) вибір запитань, які відповідають напрямку тестування; 2) отримання відповідей робітників (кандидатів); 3) обробка результатів тестування.
П.5. Формування структури психофізичних і комунікаційних характеристик кожного робітника s_n за результатами тестування: $\{z_{n1}, z_{n2}, \dots, z_{nij}\}$.
П.6. Оцінка відповідності кандидата професіограмі: перевірка відповідності даного працівника професіограмі може проводитися, якщо виникне необхідність. На основі професійних навичок, психофізичних і комунікаційних характеристик оцінюється параметр відхилення характеристик робітника s_n від вимог посади.

2) Специфічні правила виведення ГА:

П.7. Формування початкової популяції. Кожному гену x_{ij} поточної хромосоми X_h відповідає або „0”, або „1”. У процесі формування генерується послідовність „0” і „1” таким чином, щоб сума значень x_{ij} кожного i -го запису дорівнювала одиниці. Для цього використовується функція випадкового вибору j -го поля структури i -го запису, значення x_{ij} якого буде дорівнювати 1. Іншим значення j -го поля i -го запису ставиться у відповідність – „0”.
П.8. Формування нової популяції за допомогою ГО відбувається відповідно до МГА – за методом „рулетки” і відповідно до ймовірності ГО застосовується той чи інший ГО для побудови поточної хромосоми популяції, поки не буде сформована популяція.
П.9. Організація роботи БЗПЗ. За цим правилом відбувається керування аналізом поточної популяції і за необхідності корегування її складу.

Рисунок 3 – Перелік правил виведення

Елементи СМПП T, P, A, II мають склад відповідно до змісту математичної постановки задачі і методу пошуку оптимального розподілу робітників між роботами підприємства на базі МГА (рис. 4).

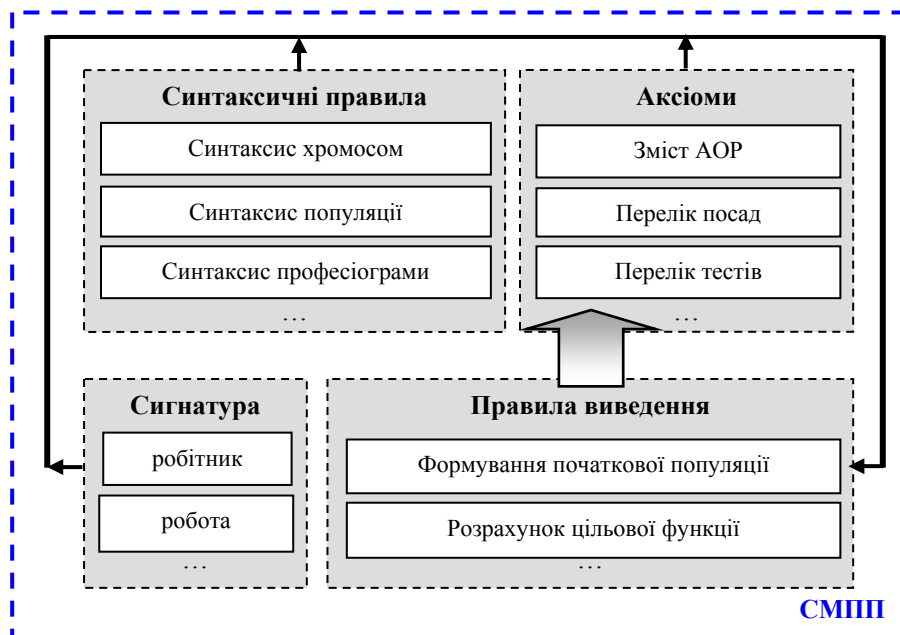


Рисунок 3 – Елементи СМПП

Система правил змін формальних елементів СМПП підтримує динамізм елементів задачі добору і розподілу персоналу підприємства. Динамічність умов поставленої задачі (кількість робітників і робіт підприємства) потребує модифікації сигнатур, що реалізуються за правилами зміни сигнатур χ_T . Модифікація сигнатур моделі ініціює хвилю перетворень інших складових СМПП. Перетворення аксіом моделі є постійним процесом під час реалізації пошуку оптимального розподілення задачі. Усі процедури модифікації складу аксіом виконуються за правилами зміни аксіом χ_A . При цьому зміна сигнатур впливає на структуру рішень, які додаються у склад аксіом. Рішення можуть мати різні структури при різних запитах на пошук оптимального розподілення робітників між видами робіт підприємства – це описано синтаксичними правилами СМПП. Отже, під час нового виконання пошуку оптимального розподілу відповідно до синтаксичних правил будуються нові рішення з іншою структурою. Правила змін взаємопов'язані, бо модифікація знаків системи (базових елементів) веде автоматично до перетворення більш складних елементів СМПП. На рис. 5. наведено приклад впливу взаємопов'язаних правил зміни на елементи СМПП.

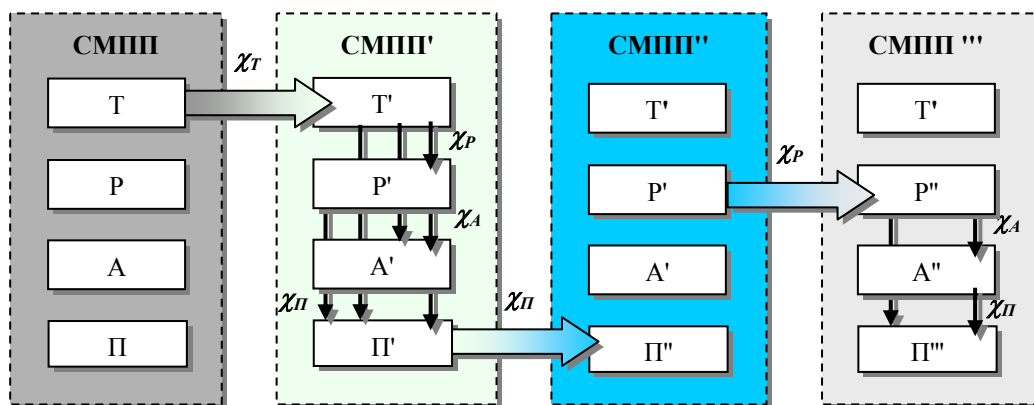


Рисунок 5 – Схематичний вплив правил зміни на склад СМПП

Застосування СМПП виявляє якісний ефект, який формулюється так: підтримується можливість змін елементів моделі як в ручному (безпосередня модифікація складових), так і в автоматичному режимі. Під автоматичною зміною елементів СМПП розуміється вплив змін у складі базових елементів моделі на склад інших елементів формальної моделі. Важливою є спроможність МГА автоматично адаптуватися під задачу, яка формується, тобто ініціюються зміни постановки задачі для ГА (розміри хромосоми, зміст генів і т. і.). Під час розв'язання задачі добору і розподілу персоналу підприємства із застосуванням математичної моделі підприємства і методу пошуку оптимального розподілу робітників між роботами на базі МГА (без використання розробленої СМПП) виникає потреба виконання п'яти етапів: 1) визначення елементів математичної

моделі відповідно до поточного стану підприємства; 2) застосування результатів розв'язань задачі на підприємстві; 3) визначення структури хромосом; розрахунок значень показників відхилень характеристик робітників від вимог робіт; 4) декодування генотипу у фенотип задачі; 5) настроювання параметрів МГА. При зміні елементів моделі підприємства (наприклад, звільнення робітника, збільшення/зменшення кількості робіт підприємства, зміна кваліфікації робітника) необхідно провести відповідні зміни в методі пошуку оптимального рішення, провести додаткові розрахунки. Всі ці зміни потребують витрат часу інженера (менеджера), який виконує всі перелічені вище п'ять етапів. Застосування для розв'язання задачі добору і розподілу персоналу підприємства АСПП, що спроектована за принципами СМПП зменшує витрати часу оператора (менеджера) приблизно на 45% за рахунок автоматизованого виконання механізму зв'язку між математичною моделлю підприємства і методом пошуку на базі МГА (етапи 3-4). Таким чином, наявність підтримки змін елементів задачі завдяки правилам зміни СМПП зменшує навантаження на оператора під час введення змін елементів задачі приблизно у 1,8 рази. Автоматична зміна елементів на відміну від ручної захищає від помилок при введенні даних.

Висновки

У роботі вперше вирішена проблема адаптації ГА відповідно задачі, що динамічно змінюється, засобами семіотичного моделювання. Побудована СМПП має всі формальні компоненти СМ та правила зміни, отже модель побудована повністю. Формальний апарат СМПП дозволяє побудувати семантично та формально правильні моделі підприємства. СМПП побудована відповідно до СМ САПР вирішування типових завдань проектування. Перспективним напрямом подальших досліджень є формалізація ГА засобами семіотичного моделювання для інших предметних галузей.

Література

1. Теличко Г.О. Модифікований генетичний алгоритм і його застосування для оптимізації розподілення завантаження робітників // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Інформатика, кібернетика і обчислювальна техніка" (ІКОТ – 2007). – Донецьк: ДонНТУ, 2007. – Випуск 8 (120). – С. 262-272.
2. Курейчик В.М., Зинченко Л.А. Эволюционное моделирование с использованием динамических параметров // Материалы конференции КИИ'2000 – Нечеткие модели и мягкие вычисления. – 2000. – С. 516–523.

3. Поспелов Д.А. Ситуационное управление – основа прикладных интеллектуальных систем // Вестник МГТУ. Сер. «Приборостроение». – 1995. – № 2. – С. 3–10.
4. Курейчик В.М., Курейчик В. В., Малюков С.П., Обжелянский С.А. Самонастраивающийся генетический алгоритм // Материалы конференции КИИ – 2004 – Нечеткие модели, мягкие вычисления и генетические алгоритмы. – 2004. – С. 400–408.
5. Скобцов Ю.А., Иванов Д.Е., Скобцов В.Ю., Закусило С.А. Применение адаптивных генетических алгоритмов для генерации тестов цифровых схем // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 47. – Донецьк, 2002. – 350 с.
6. Валькман Ю.Р. Интеллектуальные технологии исследовательского проектирования: формальные системы и семиотические модели. – Киев: Port-Royal, 1998. – 250 с.
7. Поспелов Д.А. Прикладная семиотика и искусственный интеллект // Программные продукты и системы. – 1996. №3. – С. 10–13.
8. Головина Е.Ю., Модель представления знаний в семиотической системе. – Режим доступа: <http://www.inftech.webservis.ru/it/conference/scm/2000/session10/golovina.htm>
9. Григорьев А.В. Семиотическая модель базы знаний САПР // Научные труды Донецкого государственного технического университета Серия: Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем. – Донецк: ДонГТУ. – 1999. – № 10. – С. 30–37.
10. Григорьев А.В. Комплекс моделей САПР как система взаимосвязанных уровней о действительности. Научные труды Донецкого государственного университета. Серия "Информатика, кибернетика и вычислительная техника" (ИКВТ-2000). – Донецк: ДонГТУ. – 2000. – № 10. – С. 155–167 .
11. Григор'єв О.В., Селевко Г.О. Визначення „простих” властивостей та внутрішніх функцій у семиотичній моделі малого підприємства при розв'язанні задач кадрового менеджменту // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. – Херсон: ХНТУ, 2004. – №2. – С. 22-26.

Дата надходження до редакції 22.12.2007 р.