

XI Суміжні проблеми

Overlapping Problems

Змішаний підхід до оптимізації дедуктивних запитів

АЛІ АДНАН

Інститут програмних систем НАН

252187 Київ, просп. Академіка Глушкова 40
Тел.: (044) 266-5119

Ali Adnan. Mixed Approach to Deductive Requests Optimization.

New approach to a deductive request optimization based on the extended relation algebra transformation is proposed.

Традиційна оптимізація *Datalog*-програм використовує логічний підхід, який полягає в послідовному застосуванні логічних методів переписування (ЛМП) і логічних методів обчислення [2]. При цьому, наприклад, можна застосовувати метод магічних множин для отримання іншої програми, яка використовує структуру констант цілі і обчислюється за вихідною стратегією, використовуючи логічну версію напівбезпосереднього методу. Пропонується використати для оптимізації так званий змішаний підхід, який полягає в наступному. До даної *Datalog*-програми P використовується ЛМП і отримується оптимізованій програма P' , яка транслюється в вираз реляційної алгебри, розширеної операціями пошуку нерухомої точки. Для цих виразів будується обчислювальна граф-схема (ОГС), яка є орієнтованим графом, вершини якого відповідають операціям, а дуги — вхідним і вихідним відношенням. Спеціальна трансформація, названа стягуванням, перетворює ОГС. При цьому цикли замінюються спеціальними вузлами, відповідними операціями пошуку нерухомої точки. Для реалізації ОГС використовується метод інтегрованого мультипрограмування [1] - метод організації паралельних обчислень потокового типу. В рамках вказаного підходу отримані основні залежності ступеня інтеграції від характеристик запиту і формалізовані умови ефективності інтегрованої реалізації операцій розширеної реляційної алгебри.

Ефективність запропонованого методу, звичайно, в найбільшій ступені проявляється при реалізації на багатопроцесорних обчислювальних системах, де забезпечується повне розпаралелювання обчислень.

Література

1. Андон Ф.И. Мультипроцессорное интегрированное мультипрограммирование. - Кибернетика, 1982, № 5, с. 41-45.
2. Чери С., Готлоб Г., Танка Л. Логические программирование и базы данных.- Москва: Мир, 1992, 352 с.



Взірцева стохастична міра: застосування, відтворення, атестація

ОЛЕГ БУХАЛО, ПЕТРО ДРАБИЧ, ЗІНОВІЙ ДМИТРІВ

Фізико-механічний інститут НАН

290601 Львів, вул. Наукова 5
Тел.: (0322) 65-4429 Факс: (0322) 64-9427
Електронна пошта: mtmet@vision.ipm.lviv.ua

Олег Бухало, Петр Драбич, Зиновий Дмитров. Образовая стохастическая мера: применение, воспроизведение, аттестация.

Изложена концепция применения, моделирования и аттестации стохастических импульсных сигналов как средства контроля метрологических параметров информационно-измерительных систем. Описана модель сигнала, приведены примеры ее применения, рассмотрены принципы моделирования и аттестации.

Імпульсні стохастичні сигнали відіграють важливу роль у практиці наукових досліджень, виробничих вимірювань і фізичних експериментів у якості носіїв інформації про властивості досліджуваних об'єктів при використанні методів дистанційного зондування полями ядерних, світлових, імпульсних електромагнітних та акустичних випромінювань. Вимірювальна інформація, що переноситься сигналами згаданого класу, міститься в їх статистичних характеристиках (моментах, законі розподілу та його параметрах, кореляційних характеристиках тощо), оцінка яких проводиться за допомогою інформаційно-вимірювальних систем (IBC), які реалізують відповідні алгоритми вимірювальних перетворень. До таких IBC належать, наприклад, амплітудні і часові аналізатори, радіоізотопні рівнеміри, густиноміри і товщиноміри, гама-радіометри і спектрометри, електрофотометри, дисперсіометри та інші.

Вимірювальні імпульсні стохастичні сигнали супроводжуються неперервними та імпульсними завадами, для усунення яких використовуються різноманітні методи та засоби, що входять до складу IBC. При цьому результат вимірювальних перетворень потребує оцінки функції впливу завад.

Згадані вище IBC мають спільну властивість — сигнал, який поступає на вхід їх електронних вимірювальних каналів, являє собою потік електричних імпульсів певної форми з випадковими амплітудами та інтервалами між імпульсами. Тому в арсенал засобів метрологічного забезпечення вказаних IBC доцільно включити імпульсні стохастичні сигнали з нормованими статистичними характеристиками з метою контролю параметрів електронних вимірювальних каналів в умовах, близьких до реального застосування.

Однак використання згаданих взірцевих стохастичних імпульсних сигналів потребує вирішення наступних задач: розроблення методів використання взірцевих імпульсних стохастичних сигналів для контролю метрологічних характеристик вимірювальних каналів IBC, створення генераторів імпульсних стохастичних сигналів з нормованими статистичними характеристиками, створення методів і засобів атестування згаданих генераторів.

Зауважимо, що стохастичний імпульсний сигнал з нормованими статистичними характеристиками являє собою в деякому розумінні взірцеву стохастичну міру. В даному випадку мірою (фізичними константами) є постійні величини, які характеризують взірцевий випадковий імпульсний процес, а поняття "стохастична" означає, що носієм даних констант є випадковий імпульсний сигнал. Згадані константи і забезпечують зв'язок стохастичної міри з Державною системою еталонів. Маючи на увазі вищезгадане, взірцевий імпульсний стохастичний сигнал будемо далі розуміти як стохастичну міру і для його опису використовуватимемо імпульсну модель:

$$X(t) = \sum_i A_i H(t - t_i) + \sum_j B_j \Phi(t - t_j^*) + \lambda(t), \quad (1)$$

де A_i і $H(t - t_i)$ - амплітуда й інтегрована функція, нормована на одиницю в максимумі, яка описує форму інформаційного імпульса, відповідно, B_j і $\Phi(t - t_j^*)$ - аналогічні значення для неінформативної (шумової) компоненти імпульсного сигналу, а $\lambda(t)$ - неперервна складова завади, яка являє собою адитивну суміш деякої детермінованої (наприклад, синусоїдальної) і стаціонарної в широкому розумінні випадкової функції часу.

Імпульсні компоненти нормуються розподілами (чи моментами) амплітуд, інтервалів, параметрами форми імпульсів, а у неперервної складової нормуються всі характеристики, які описують детерміновану функцію і стаціонарну в широкому розумінні випадкову функцію часу в рамках теорії другого порядку.

Перша складова сигналу (1) використовується для оцінки метрологічних параметрів електронних вимірювальних каналів IBC, а дві останні - для визначення функції впливу імпульсних і неперервних завад на результат вимірювань.

В загальному випадку згадані вище IBC реалізують деякий алгоритм вимірювального перетворення сигналу $X(t)$: $Y = L_T[X(t)]$, де Y - результат вимірювального перетворення (потужність дози, товщина взірця, густина потоку, параметр розподілу тощо), L_T - оператор вимірювальних перетворень, T - час нагромадження інформації. Середньоквадратична похибка вимірювань визначається як $\varepsilon = \sqrt{q^2 + D_Y}$, де q - систематична похибка, а D_Y - дисперсія результату вимірювань. Оцінка значень q і D_Y складає задачу визначення похибки вимірювань. При цьому можливі наступні варіанти: порівняння значень Y і D_Y із заданими, порівняння значень Y і D_Y в контролюваній системі з аналогічними значеннями для взірцевої системи при

різних реалізаціях сигналу $X(t)$, порівняння значень Y і D_Y в контролюваній системі з аналогічними значеннями для взірцевої системи по одній і тій же реалізації процесу $X(t)$.

Оцінки значень \hat{q} і \hat{D}_Y проводяться за стандартними алгоритмами, наприклад

$$\hat{D}_Y = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l \left(Y_i - \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l Y_j \right)^2, \quad \hat{q} = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (Y_i - Y_i^*), \quad \text{де } l \text{ - кількість вимірювань},$$

Y_i^* - результат вимірювань взірцевою системою або $Y_i^* = Y_0$ - задана константа.

Мінімальні значення оцінок систематичної похибки \hat{q} і різниці дисперсій $\Delta\hat{D}_Y$ в контролюваній і взірцевій системах, які можуть бути виділені на фоні статистичних флюкутацій, можна знайти за виразами $q_{\min} \geq \beta_\gamma \sqrt{D_{\hat{q}}}$, $\Delta D_{Y_{\min}} \leq \beta_\gamma \sqrt{D_{\Delta\hat{D}_Y}}$, де значення β_γ задає межі довірчого інтервалу, в який з імовірністю γ попадає значення оцінок \hat{D}_Y і \hat{q} , а $D_{\hat{q}}$ і $D_{\Delta\hat{D}_Y}$ для згаданих вище випадків визначаються, відповідно, як

$$D_{\hat{q}} = \frac{D_0}{l}; \quad D_{\hat{q}} = \frac{2D_0}{l}; \quad D_{\hat{q}} = \frac{1}{l} |\Delta\hat{D}_Y|; \quad D_{\Delta\hat{D}_Y} = \frac{2}{l} D_0^2; \quad D_{\Delta\hat{D}_Y} = \frac{4}{l} D_0^2; \quad D_{\Delta\hat{D}_Y} = \frac{4}{l} D_0 |\Delta\hat{D}_Y|,$$

де D_0 - задане (нормоване) значення дисперсії результату вимірювань.

$$\text{Тоді оцінка середньоквадратичної похибки } \varepsilon \text{ визначається з дисперсією } D_\varepsilon = \frac{4\hat{q}^2 D_{\hat{q}} + D_{\Delta\hat{D}_Y}}{4(\hat{q}^2 + D_0)}.$$

Зауважимо, що при нормованих параметрах взірцевого стохастичного сигналу знайдене значення похибки вимірювань буде визначатись лише нестабільністю параметрів вимірювальних каналів IBC і функцією впливу нормованих шумових компонент на результат вимірювальних перетворень.

При поелементному контролі IBC з допомогою взірцевого стохастичного сигналу його характеристики вибираються такими, щоб в даній вимірювальній процедурі визначалась лише одна складова h вектору параметрів IBC, які контролюються, за значенням деякого функціоналу Z від вихідного сигналу контролюваної частини системи $\hat{h} = h(a, T, Z)$, де a - вектор параметрів взірцевого стохастичного сигналу, T - час вимірювань, а Z - випадкове значення функціоналу вимірювальних перетворень. Оцінка похибки $\Delta\hat{h}$ параметра h : $\Delta\hat{h} = \hat{h} - h^*$, де у випадку прямих вимірювань $h^* = h_0$ є заданою нормованою величиною, а при реалізації методів порівняння є оцінкою аналогічного параметру взірцевою системою. Дисперсія результату оцінки значення $\Delta\hat{h}$: $D_{\Delta\hat{h}} = \left(\frac{dh}{dZ} \right)^2 D_z^*(T)$, де

$$D_z^*(T) = \begin{cases} D_z(T) & \text{для методу прямих вимірювань,} \\ 2D_z(T) & \text{для методу порівняння за незалежними реалізаціями } X(t), \\ \left| \frac{dD_z(T)}{dh} \Delta h \right| & \text{для методу порівняння за однією й тією ж реалізацією } X(t). \end{cases}$$

Для визначення похибки Δh на заданому рівні значимості Δh_{\min} повинна виконуватись умова $\Delta h_{\min} \geq \beta_\gamma \sqrt{D_{\Delta\hat{h}}(T)} = \beta_\gamma \left| \frac{dh}{dZ} \right| \sqrt{D_z^*(T)}$. Значення дисперсії $D_z(T)$ визначається конкретним виглядом функціоналу Z .

Для оцінки, наприклад, мертвого часу гама-радіометрів функціонал Z має вигляд:

$$Z = \int_0^T X^*(t) \delta(t - t_j) dt = M(T),$$

де $X^*(t)$ - послідовність імпульсів одиничної амплітуди на виході вимірювального каналу з мертвим часом τ_M , $\delta(\bullet)$ - дельта функція, а $M(T)$ - кількість імпульсів нагромаджених за час T .

При оцінці роздільної здатності амплітудних аналізаторів вхідний сигнал являє собою пуссонівську послідовність імпульсів нормованої амплітуди, а функціонал Z можна записати у вигляді:

$$Z = \left(\sum_{k=1}^{k_0} N_k \right)^{-1} \sum_{k=1}^{k_0} \left(k - \frac{\sum_{r=1}^{k_0} r N_r}{\sum_{r=1}^{k_0} N_r} \right)^2 N_k, \quad \text{де } N_k \text{ - кількість імпульсів, нагромаджених у } k\text{-му}$$

каналі аналізатора з загальною кількістю каналів k_0 .

Для моделювання сигналу $X(t)$ найбільш доцільно створювати спеціалізовані генератори, які забезпечують високу швидкодію за рахунок організації паралельної роботи елементів структури. Вказані генератори можуть відтворювати послідовність імпульсів заданої форми із заданими законами розподілу амплітуд і інтервалів між імпульсами на основі універсальних алгоритмів (Монте-Карло, Неймана), які перетворюють послідовність некорельованих псевдовипадкових двійкових чисел (M -послідовностей) у послідовність псевдовипадкових чисел із заданими законами розподілу з їх наступним цифро-аналоговим перетворенням. Розвинуті в даний час методи моделювання на основі універсальних алгоритмів дозволяють легко налаштовувати згадані генератори на заданий режим роботи за допомогою ПЕОМ і відтворювати псевдовипадкові імпульсні сигнали $X(t)$ із заданими статистичними характеристиками. Наведена у доповіді узагальнена функціональна схема генератора взірцевого стохастичного імпульсного сигналу дозволяє відтворювати незалежно всі компоненти сигналу $X(t)$ на основі універсальних цифрових моделюючих алгоритмів з паралельною роботою структурних елементів.

Генератори взірцевих імпульсних стохастичних сигналів потребують наявності засобів їх метрологічного забезпечення. Для атестації генераторів пропонується метод структурного ізоморфізму реальної структури і цифрової алгоритмічної моделі, програмно реалізованої в ПЕОМ за умови, що цифро-аналогові перетворювачі можуть бути атестовані відомими засобами чи за паспортними даними.

Суть методу полягає у програмній реалізації на ПЕОМ цифрової структури генератора і алгоритму його функціонування. Отримані псевдовипадкові числові послідовності, які являють собою цифровий аналог сигналу $X(t)$, обробляються на тій же ПЕОМ відомими методами математичної статистики. Однак при вказаному підході принциповим є питання відповідності реальної цифрової структури генератора його алгоритмічній моделі. Основою критерію відповідності є основна властивість псевдовипадкових чисел, реалізованих на основі генераторів M -послідовностей, яка дозволяє їх розглядати чи як випадкові, чи як детерміновані. Таким чином, при відомих початкових умовах і структурі генератора M -послідовності можна розрахувати для алгоритмічної моделі генератора деякі контрольні числа, точне співпадіння яких з аналогічними числами, отриманими в реальному генераторі, підтверджує ідентичність програмно організованої і реальної структур. Звідси випливає, що статистичні властивості псевдовипадкових числових послідовностей в реальному генераторі співпадають з аналогічними характеристиками, отриманими на його алгоритмічній моделі.



Математичні моделі алгоритмів функціонування мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму

МАРІЯ ВОЗНА, ВОЛОДИМИР ОВСЯК

Українська академія друкарства

Львів, вул. Підголоски 19
Тел.: (0322) 72-0850

Мария Возна, Владимир Овсяк. Математические модели алгоритмов функционирования микропроцессорной системы управления двигателем постоянного тока.

Представлена математическая модель функционирования микропроцессорной системы управления двигателем постоянного тока печатной машины. Данная система управления предназначена для измерения и управления скоростью и крутящим моментом на электроприводе. Математические модели алгоритма функционирования микропроцессорной системы управления описаны посредством алгебры упорядочений.

Рулонні друкарські машини широко використовуються для друку газетної, журнальної, ілюстративної продукції. Друкарський апарат цих машин складається з циліндрів, що неперервно обертаються. Швидкість ротаційної машини досягає близько 25–40 тис. обертів на годину. Особливість електроприводу ротаційної машини в тому, що момент інерції двигуна в шість разів менший за загальний приведений до нього момент інерції. Тому в ротаційних машинах швидкий розгін недопустимий. Номінальна швидкість досягається при постійному прискоренні за 20–30 с. Рулонні машини вимагають від електропривода плавного регулювання робочої швидкості друку в діапазоні $D>7$. Для виконання операцій змивання фарби з циліндрів, встановлення друкарських форм при ремонті вимагається дуже мала швидкість – 1-2% від найбільшої робочої швидкості. Таким вимогам задовільняє електропривід постійного струму [1].

Керування електроприводом здійснюється системою, функціональна схема якої наведена на рис. 1. В систему керування входять мікропроцесор, двигун постійного струму, система спряження. Від двигуна постійного струму поступають аналогові сигнали “кругтний момент”, “кутова швидкість”. На двигун надходять оброблені аналогові сигнали. Система спряження перетворює сигнали, які надійшли від двигуна, в цифровий код і передає їх мікропроцесору. А також, перетворює цифровий код в аналоговий сигнал, який потрапляє до двигуна постійного струму.

Система керування двигуном постійного струму контролюється мікропроцесором. Вхідні аналогові сигнали обробляються почергово. Обробка вхідних та вихідних сигналів здійснюється з заданою точністю. Вхідні аналогові сигнали пропорційні фактичні величині кругтого моменту на якорі двигуна постійного струму і пропорційні значенню його кутової швидкості. Вихідні аналогові сигнали повинні регулювати кутову швидкість двигуна чи кругтний момент за заданим законом.

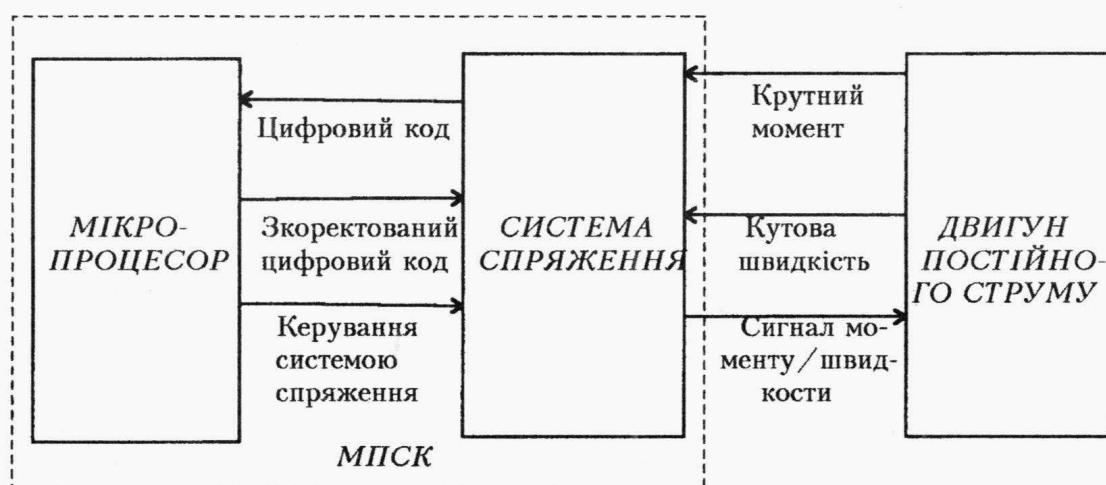


Рис. 1. Функціональна схема мікропроцесорної системи керування (МПСК).

Для побудови математичних моделей функціонування МПСК використовуємо алгебру впорядкувань [2]. Будуємо математичну модель функціонування мікропроцесорної системи при перетворенні аналогового сигналу в цифровий код.

Почергове опрацювання аналогових сигналів “кругтний момент” та “кутова швидкість” досягається тоді, коли система спряження містить комутатор сигналів. Будуємо математичну модель цього елемента:

$$y = \begin{cases} X_1, & \text{якщо } U_y = 1, \\ X_2, & \text{якщо } U_y = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де X_1, X_2 – вхідні аналогові сигнали; U_y – імпульс управління, за яким здійснюється вибір одного з вхідних аналогових сигналів. Нехай X_1 – сигнал, пропорційний значенню кутової швидкості, що розвивається на якорі двигуна, а X_2 – аналоговий сигнал, пропорційний кругтому моменту двигуна постійного струму. Якщо сигнал управління рівний 0, на виході комутатора отримуємо сигнал “кутова швидкість”, інакше – сигнал “кругтний момент”.

Після того, як вхідний сигнал уже вибраний, переходимо до перетворення його в цифровий код, модель алгоритму якого описується формулою:

$$Z = f(y), * , (U_z = 1) - ? = \begin{cases} Z = f(y), & \text{якщо } U_z = 1, \\ Z = *, & \text{якщо } U_z = 0, \end{cases} \quad (2)$$

де $f(y)$ - функція перетворення аналогового сигналу в цифровий код, а Z - цифровий код. При значенні сигналу управління "1" здійснюється перетворення аналогового сигналу в цифровий код. При $Z=0$ маємо попереднє значення цифрового коду.

Щоб цифровий код переслати в мікропроцесор, потрібно мати елемент, який регулював би передачу даних - це виконується інтерфейсом. Математична модель інтерфейса має такий вигляд:

$$r = \overbrace{Z, \#}^{\text{U}_r = 1} - ? = \begin{cases} r = Z, & \text{якщо } U_r = 1, \\ r = \#, & \text{якщо } U_r = 0, \end{cases} \quad (3)$$

де r - готовність подачі даних в мікропроцесор; Z - цифровий код; U_r - управління інтерфейсом; $\#$ - інформація в інтерфейсі у попередній момент часу.

Мікропроцесорна шина даних є 8-розрядною. Задана точність керування досягається при 12-розрядному цифровому коді. Для суміщення мікропроцесорної шини даних і 12-розрядного коду ділимо його на молодші розряди цифрового коду (Z_m) і старші розряди цифрового коду (Z_c). Перетворення аналогового сигналу в цифровий код описується в [2], а вибір молодшого і старшого розрядів зображаємо як:

$$Z = \overbrace{Z_m, Z_c}^{\text{U}_{Z^*} = 1} - ? = \begin{cases} Z = Z_m, & \text{якщо } U_{Z^*} = 1, \\ Z = Z_c, & \text{якщо } U_{Z^*} = 0, \end{cases} \quad (4)$$

де U_{Z^*} - керування вибором Z_m, Z_c .

В інтерфейс послідовно надходять молодші чи старші розряди цифрового коду. Алгоритм вибору молодших і старших розрядів описується виразами:

$$r_m = \overbrace{Z_m, \#}^{\text{U}_r = 1} - ?, \quad r_c = \overbrace{Z_c, \#}^{\text{U}_r = 1} - ?,$$

де r_m, r_c - молодші та старші розряди цифрового коду, що надходять на шину даних мікропроцесора.

Мікропроцесор формує повний цифровий код:

$$R = \overbrace{r_c ; r_m},$$

де R - операція склеювання старших і молодших розрядів. Нове значення цифрового коду R' створюється при виконанні відповідної програми в мікропроцесорі. Змінений цифровий код підтримуватиме роботу двигуна в заданому режимі.

Розглянемо процеси, які відбуваються при передачі скоректованого цифрового коду R' на пристрій спряження і до двигуна постійного струму (рис. 1).

Інтерфейс керує подачею коду R' . На виході з інтерфейсу дістаемо r' . Математична модель алгоритму роботи інтерфейсу при передачі даних в мікропроцесор показана в [2], а при видачі з мікропроцесора маємо:

$$r' = \overbrace{R', \#}^{\text{U}_{r'} = 1} - ? = \begin{cases} r' = R', & \text{якщо } U_{r'} = 1, \\ r' = \#, & \text{якщо } U_{r'} = 0, \end{cases} \quad (5)$$

де $U_{r'}$ - управління інтерфейсом при передачі даних на вихід.

При функціонуванні системи є необхідність передавати окремо молодші і старші розряди цифрового коду:

$$r_m' = \overbrace{R_{m'}, \#}^{\text{U}_{r'} = 1} - ?, \quad r_c' = \overbrace{R_{c'}, \#}^{\text{U}_{r'} = 1} - ?.$$

Для узгодження функціонування перетворювача цифрового коду в аналоговий сигнал і 8-розрядної мікропроцесорної шини застосовуємо елемент, функція якого є запам'ятати і здійснити часову затримку цифрового коду. Таким елементом служить реєстр, модель якого представляємо як:

$$b = \overbrace{r', \theta}^{\text{U}_b = 1} - ? = \begin{cases} b = r', & \text{якщо } U_b = 1, \\ b = \theta, & \text{якщо } U_b = 0, \end{cases}$$

де b - дані на виході реєстра, θ - інформація, яка записана в реєстр у попередній момент часу, U_b - управління елементом.

Для забезпечення необхідної точності в керуванні мікропроцесорної системи маємо два реєстри: в перший записуємо молодші розряди, а в другий - старші розряди цифрового коду:

$$b_m = \overbrace{r'_m, \theta_1, (U_{b1} = 1)}^? = \begin{cases} b_m = r'_m, & \text{якщо } U_{b1} = 1, \\ b_m = \theta_1, & \text{якщо } U_{b1} = 0, \end{cases} \quad (6)$$

$$b_c = \overbrace{r'_c, \theta_2, (U_{b2} = 1)}^? = \begin{cases} b_c = r'_c, & \text{якщо } U_{b2} = 1, \\ b_c = \theta_2, & \text{якщо } U_{b2} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

де b_m , b_c - дані на виході першого і другого реєстрів; θ_1 , θ_2 - інформація, яка зберігається в реєстрі до наявності імпульсу керування реєстром; U_{b1} , U_{b2} - керування першим та другим реєстром.

Аналоговий сигнал ϕ дістаємо за допомогою елемента, який робить перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал. Математичну модель функціонування алгоритму зображаємо як:

$$\phi = \overbrace{\phi(b), \zeta, (U\phi = 1)}^? = \begin{cases} \phi = \phi(b), & \text{якщо } U(\phi) = 1, \\ \phi = \zeta, & \text{якщо } U(\phi) = 0, \end{cases} \quad (8)$$

де $\phi(b)$ - функція перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал ϕ ; $U\phi$ - управління елементом; ζ - аналоговий сигнал в попередній момент часу; b - цифровий код, який дорівнює:

$$b = \overbrace{b_c ; b_m}^.$$

Таким чином, описані математичні моделі відображають передачу даних через пристрій спряження.

Література

1. Волощак И.А., Эфраймович Ю.Е., Ройзен С.С. Электрооборудование полиграфических машин // - Москва : Книга, 1983, с. 288 - 296.
2. Овсяк В.К. Алгоритми: аналіз методів, алгебра впорядкування. - Львів: 1996, 24 с.



Математичні моделі алгоритмів керування мікропроцесорної системи

МАРІЯ ВОЗНА

Українська академія друкарства

290058 Львів, вул. Підголоски, 19
Tel.: (0322) 72-0850

Мария Возна. Математические модели алгоритмов управления микропроцессорной системы.

В работе исследуются математические модели управления микропроцессорной системой регулирования двигателем постоянного тока печатной машины. Представлены математические модели управления такими элементами как комутатор, интерфейс, аналого-цифровой преобразователь, цифро-аналоговый преобразователь, регистр. Управление этих элементов осуществляется микропроцессором через интерфейс.

В дослідженні [1] описані математичні моделі алгоритмів функціонування мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму. Ця робота є продовженням попередньої і присвячена побудові математичних моделей алгоритмів керування мікропроцесорної системи.

Для керування двигуном постійного струму задаємо три порти. Перший (порт А) використовується для введення із двигуна постійного струму аналогових сигналів, які перетворюються мікропроцесорною системою у цифровий код. Другий порт, який позначаємо символом В, використовується для керування мікропроцесорною системою двигуном постійного струму, а саме: видачу цифрового коду, який трансформується в аналоговий сигнал і надходить на об'єкт керування. Третій (порт С) служить для формування внутрішніх сигналів керування функціонуванням мікропроцесорної системи. Частково служить для запуску цифро-аналогового перетворювача, включення реєстрів, комутатора, аналого-цифрового перетворювача.

Функціонування мікропроцесорної системи забезпечується керуванням кожного з її елементів. Цю функцію покладаємо на інтерфейс. Математичні моделі функціонування інтерфейса описуються засобами алгебри впорядкувань [2] такими формулами:

$$DZ = A1 \& A0 \& R \& \overline{W} \& \overline{S}, \quad (1)$$

$$Z = DZ \& D7 \& \overline{D6} \& \overline{D5} \& D4 \& \overline{D3} \& \overline{D2} \& D1 \& D0, \quad (2)$$

де DZ - дозвіл запису в реєстр керуючого слова, Z - запис в реєстр керуючого слова, що безпосередньо керує передачею даних по шині D в порти A, B, C .

Описані вирази дозволяють забезпечити синхронний режим роботи, який виробляється програмою.

У склад інтерфейсу входить двонаправлений восьмирозрядний буфер даних D , який зв'язує інтерфейс з системною шиною даних; блок керування записом/читанням R, W , що забезпечує керування зовнішніми і внутрішніми передачами даних, керуючих слів і інформації про стан паралельного інтерфейсу; три восьмирозрядних канали введення/виведення (порти A, B і C) для обміну інформацією з зовнішніми пристроями ((1), (2)). Режим роботи кожного з каналів порту A, B, C визначається вмістом реєстра керуючого слова [3]. Виконавши запис в реєстр керуючого слова, можна перевести мікросхему в один з трьох режимів роботи. Застосовуємо режим синхронного введення-виведення інформації. Це забезпечується адресними входами $A1, A0$ (1, 2). R - сигнал дозволу читання, W - дозвіл запису в паралельний інтерфейс, S - сигнал вибору мікросхеми, $D7-D0$ - шини даних інтерфейсу. В (1) і (2) $\overline{W}, \overline{S}, \overline{D6}, \overline{D5}, \overline{D3}, \overline{D2}$ - інверсні сигнали.

Зображенімо моделі передачі даних в порт B : $U_{r'} = D \& \overline{A1} \& A0 \& R \& \overline{W} \& \overline{S} \& Z$; в порт C : $U_c = D \& A1 \& \overline{A0} \& R \& \overline{W} \& \overline{S} \& Z$; з порту A на шину даних D : $U_r = A \& \overline{A1} \& \overline{A0} \& \overline{R} \& W \& \overline{S} \& Z$, де A, B, C - однотипні порти, D - шина даних, $A1, A0$ - адресні входи інтерфейсу ($\overline{A1}, \overline{A0}$ - інверсні значення сигналів), R - дозвіл читання, \overline{W} - дозвіл запису, \overline{S} - вибір мікросхеми. Передачу даних можна здійснити після того, як зроблено запис у реєстрі керуючого слова - Z . $U_{r'}, U_r$ - керування інтерфейсом (див. вирази (5), (3) в [1]).

Наводимо математичні моделі функціонування алгоритмів мікросхем, що надходять з мікропроцесора:

$$\begin{aligned} U_y &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& \overline{C2} \& \overline{C3} \& \overline{C4} \& \overline{C5} \& C6 \& \overline{C7} \& U_c, \\ r_z &= C0 \& C1 \& C2 \& C3 \& C4 \& C5 \& C6 \& \overline{C7} \& U_c, \\ \overline{r}_z &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& \overline{C2} \& \overline{C3} \& \overline{C4} \& \overline{C5} \& \overline{C6} \& \overline{C7} \& U_c, \\ r_{zm} &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& C2 \& \overline{C3} \& C4 \& \overline{C5} \& \overline{C6} \& \overline{C7} \& U_c, \\ U_{b1} &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& C2 \& \overline{C3} \& C4 \& \overline{C5} \& \overline{C6} \& \overline{C7} \& U_c, \\ U_{b2} &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& \overline{C2} \& C3 \& C4 \& \overline{C5} \& \overline{C6} \& \overline{C7} \& U_c, \\ r_\phi &= \overline{C0} \& \overline{C1} \& \overline{C2} \& \overline{C3} \& C4 \& \overline{C5} \& \overline{C6} \& C7 \& U_c, \end{aligned} \quad (3)$$

де U_y - управління комутатором (див. (1) в [1]); r_z - управління сигналом запуску аналого-цифрового перетворювача і одночасне зчитування старших розрядів; \overline{r}_z - зняття сигналу запуску аналого-цифрового перетворювача, зчитування старших розрядів; r_{zm} - сигнал зчитування молодших розрядів; U_{b1}, U_{b2} - сигнал дозволу запуску першого і другого реєстрів (див. (6), (7) в [1]); r_ϕ - управління цифро-аналоговим перетворювачем. Будуємо математичні моделі керування аналого-цифровим перетворювачем (див. (2), (4) в [1]): $U_z = r_z \& T \& C$, $U_z^* = (r_z \cdot r_{zm}) \& T \& C$, де T - забезпечення сигналу тактових імпульсів, а C - константа, необхідна для функціонування елемента.

Сигнал керування цифро-аналоговим перетворювачем зображенімо як:

$$U_\phi = r_\phi \& C'$$

Наведені математичні моделі функціонування алгоритмів описані засобами алгебри впорядкувань. Створення таких моделей значно спрощує розуміння про функціонування мікропроцесорної системи керування електроприводом постійного струму.

Література

- Возна М. А., Овсяк В. К. Математичні моделі алгоритмів функціонування мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму. - В даному збірнику, с. 268-271.
- Овсяк В. К. Алгоритми: аналіз методів, алгебра впорядкувань. - Львів: 1996, 24 с.

3. Хвощ С. Т., Варлинский Н. Н., Попов Е. А. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления. - Ленинград: Машиностроение, 1987, с. 85 -90.



Моделювання роботи електричних мереж Лівану

ВОЛОДИМИР ГРАБКО, ФАРХАТ ХАСАН

Технічний університет

286021 Вінниця, Хмельницьке шосе 95
Тел.: (0432) 32-5718 Факс: (0432) 44-0731
Електронна пошта: vstu@sovam.com

Владимир Грабко, Фархат Хасан. Моделирование работы электрических сетей Ливана.

Электрическая сеть Ливана сформировалась в течение последних десятилетий. Количество электрической энергии, вырабатываемой электрическими станциями Ливана, ограничено. К тому же существенная часть электростанций имеют небольшую установленную мощность, большая доля из них — гидроэлектростанции. Связи между узлами электрической сети Ливана слабые. Поэтому использовать традиционные подходы для оптимизации сетей затруднительно. В работе предлагается математическая модель, позволяющая оптимальным путем распределить нагрузку между электростанциями при минимальном расходе условного топлива.

Електричні мережі Лівану формуються на протязі двох десятиліть останніх років. За цей період суттєво зросло споживання електроенергії в зв'язку з бурхливим розвитком промисловості. Але кількість електричної енергії, що виробляється на електростанціях Лівану, є обмеженою. До того ж значна частина електростанцій має невелику встановлену потужність і, приблизно, третина електростанцій є гідралічними.

Як правило, розподіл навантаження між електричними станціями планується таким чином, щоб гідралічні електростанції покривали споживання тільки в години найбільшого навантаження. Такий підхід дозволяє створити математичну модель електричної системи, за допомогою якої можна провести розрахунки режимів та оптимізацію, наприклад, режиму електричної мережі за напругою, реактивною потужністю і коефіцієнтами трансформації регульованих трансформаторів і автотрансформаторів за критерієм мінімальних втрат активної потужності тощо.

Особливістю електричних мереж Лівану є те, що в них гідралічні електростанції працюють не тільки в періоди покриття найбільшого навантаження, але й і в базовому режимі. До того ж зв'язки між окремими вузлами сформованої системи слабкі.

В роботі пропонується математична модель електричної системи, застосування якої дозволяє найоптимальнішим шляхом розподілити навантаження між тепло- та гідроелектростанціями при мінімальних витратах умовного палива.

Розрахунки проводились на ЕОМ типу IBM PC/AT з використанням адаптованих програм Б-6-600 розрахунку режиму електричної мережі та Б-2-600 розрахунку оптимального режиму електричної мережі.



Introduction to Graphical Modelling Based on Cellular Metaautomata

FRANK HUEBENTHAL (*), ZOJA DUDAR, JEVHEN MOKRYJ (**), VAGAN TERZIJAN (****)

(*) Technical University of Ilmenau

Grenzhammer 8, 98693 Ilmenau, GERMANY

Tel.: +49 3677 84-1067 Fax: +49 3677 84-1068

E-mail: Frank.Huebenthal@rz.tu-ilmenau.de

(**) Technical University of Radioelectronics

14 Lenina Ave., 310726 Kharkiv

Tel.: +380 572 40-9446 Fax: +380 572 40-9113;

E-mail: serg@milab.kharkov.ua

(****) University of Jyvaskyla

P.O. Box 35, SF-40351 Jyvaskyla, FINLAND

Tel.: +358 41 60-3052 Fax: +358 41 60-3011

E-mail: vagan@jytko.jyu.fi

Frank Huebenthal, Zoja Dudar, Jevhen Mokryj, Vagan Terzijan. Introduction to Graphical Modelling Based on Cellular Metaautomata.

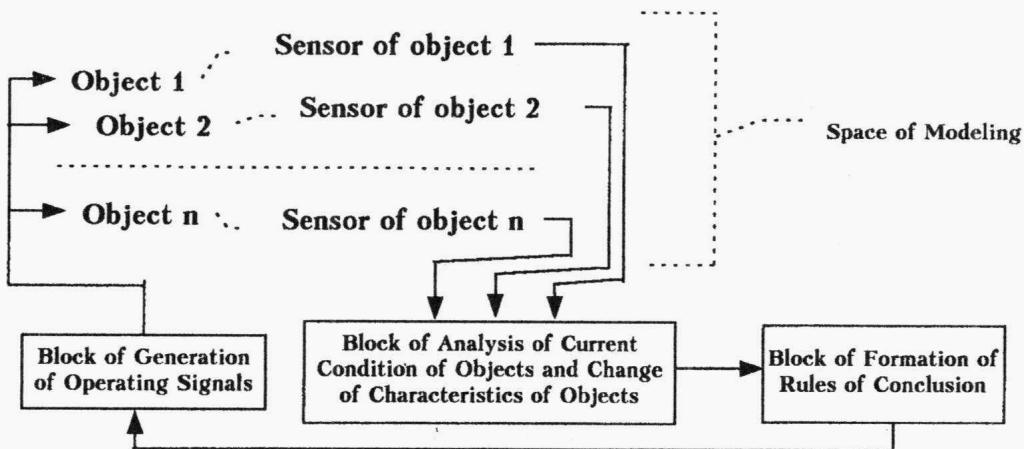
A new approach to the creation of the system of computer animation for the graphical automated system of operative management of technological processes is discussed. The theory of cellular metaautomata used as a basis for the approach development and for its application to support the optimum decisions making for systems that include graphical patterns' recognition. The practical application of developed methods for various

technical purposes in computer animation is possible, as well as for the generation of the rules of a conclusion on the basis of initial and final conditions in discrete dynamic processes of real complexity that permits creation of a number of graphic systems on operative management, forecasting and support of optimum decisions taking in mining industry, nuclear engineering, medicine, etc.

Introduction. Graphic cellular automaton is a specialised kind of a cellular automaton designed for the creation of the intermediate graphic images on the basis of the initial and final ones. An important question at management of various technical processes is the generation of managing signals that will lead to the achievement of ascertain desired result. In this connection an important problem is the creation of automated systems of operative management of the processes of production that will facilitate the control over the processes and will help to avoid many undesirable situations [1].

The attempts to use conventional methods that do not take into account a stochastic nature of described processes result in nonflexible systems, which do not meet the requirements to them. During the practical use of such systems in manufacture an opportunity of occurrence of emergencies is not predicted. During the process its characteristic repeatedly vary, and consequently changing the rules describing the behaviour of the process. In this connection the creation of a self-learning automatic device that can in rate with the process quickly and precisely react to all changes of its characteristics is necessary. A cellular metaautomata in which in the course of time not only the condition of cellular space changes but also the sets of the rules under the certain law vary satisfies all specified requirements. In such automatic devices, except the cellular space, also the space of the rules exists in which there are all possible sets of the rules, besides there is also the set of metarules enabling in the course of time to make active this or that set of the rules. In general case there exists n-levels of the spaces of rules and metarules operating the work of a given automatic device [2, 3]. Thus, a metaautomaton is a modified cellular automaton complemented by the theory of self-teaching and the opportunity of changing the characteristics. The space of research in cellular metaautomaton is represented by the cellular space that is easily interpreted as the graphic image that permits to use the described metaautomaton for the creation of tool of graphic modelling.

Graphical cellular metaautomata. Let us consider the main rules serving as the basis of the developed approach on the example of the following system presented at the picture:



Let us describe the process of the functioning of a submitted system on the example of the authors' system of operative management by medical devices that support certain desired condition of a patient.

At the beginning of functioning the system (before the beginning of some medical operation) the characteristics of the researched area (the organ of a patient) as some set of desired conditions and some of conditions that must be avoided a set.

The sensor as semi-conductor lasers and optical system generate a very small light points up to one micron in the diameter. This point is focused on a thin layer of the environment for sampling the elementary unit of information. The light flow reflected by the carrier of information is caught and its intensity and polarisation is determined on the basis of this the colour of an elementary point of the graphic image is coded.

With small temporary delay the signals from the sensor are fed through the optical fibre cable to the block of the analysis of the current condition and changes of the characteristics of objects. This block generates the graphic image of the space of research (the image of the organ of a patient) and the characteristics of the objects change.

The changed characteristics are fed to the block of the formation of the rules of conclusion. It is this block that presents the greatest interest concerning the novelty of the theory. On the basis of the

received data by means of comparison the previous and subsequent graphic images the correction of the current rules of the conclusion by means of the use of metarules occurs. Then the transmission of the received rules to the block of generation of managing signals, which co-ordinated the operation of the devices supporting the condition of the space of research (the state of a patient's health) with the assigned limits is executed.

Conclusion. The sphere of application of the specified method is reasonably wide. On the basis of the developed approach to graphic modelling of dynamic systems the authors have worked out a number of systems used in various spheres of human activity. We shall note some of the systems realised by the authors: the system of computer animation (on the basis of initial and final, the system generates the sequence of intermediate images, thus receiving some animated script); the graphic automated system of operative management of the processes of production (represents a board intended for visual supervision and management of space of modelling); the medical system of the support of decision (on the basis of the conditions of a patient being present in his database, presented by the graphic images of his organs, some sequence of condition reflecting the dynamic of the development of the illness or its consequences because of the use of various medicines is generated. On the basis of this the doctor can make a decision generalise about the expediency of the use of that or other method of treatment).

However the described results are considered by the authors only as a beginning of the deeper theoretical and practical research in this area.

References

1. Terziyan V. Multilevel Dynamic Models of Knowledge Bases Control and their Applications in Automated Information Systems. - Post Doctoral Degree Thesis, Kharkiv: University of Radioelectronics, 1993.
2. Puuronen S., Terziyan V. A Metasemantic Network, New Directions in Artificial Intelligence. - Proc. of Finnish AI Conference, Finland, 1992, pp. 136-143.
3. Bondarenko M., Grebenyuk V., Terziyan V. Reasoning Based on Semantic Relations Algebra. - Pattern Recognition and Analysis, Vol. 3, No. 4, 1993.



Управління якістю експортного природного газу в умовах неповноти та недостовірності даних

ВОЛОДИМИР ДИСКАНТ, ВАЛЕРІЙ КОТОК, ЮРІЙ ПОНОМАРЬОВ, АНДРІЙ ШКЛЯРОВ
НДПІ АСУ Трансгаз,
Аерокосмічний інститут

310125 Харків, вул. Маршала Конєва 16

Тел.: (0572) 20-5724, 20-5787 Факс: (0572) 22-4010

Владимир Дискант, Валерий Коток, Юрий Пономарев, Андрей Шкляров. Управление качеством экспортного природного газа в условиях неполноты и недостоверности данных.

Предложен способ решения задачи управления качеством газа в экспортных газопроводах АО "Укргазпром" в условиях неполноты и недостоверности данных. Основой подхода является использование базы знаний как средства представления законов регулирования и управления, использующих неполную и недостоверную информацию в интеллектуальных системах управления.

Газотранспортна система (ГТС) України більш ніж на 80% зайнята експортом природного газу з Росії у країні Західної Європи, що приводить до підвищення вимог до якості експортного газу. Газ, що поставляється на експорт, повинен відповідати контрактним умовам або, у крайньому випадку, бути не гірше газу, одержаного з Росії. Другим ускладнюючим фактором, що впливає на процес керування, є те, що газопроводи України експлуатуються більш ніж 20 років. На якість газу впливають розміщені вздовж траси газоконденсатні родовища та підземні сховища газу. Традиційні вимірювання параметрів якості газу та викладені вище фактори створюють умови неповноти та недостовірності даних при прийнятті рішень по забезпеченню планових значень параметрів якості газу.

Вирішення цієї задачі забезпечується на базі інформаційної системи "Роса" з використанням експертної системи (ЕС). Засобами ЕС вирішуються такі задачі: оцінка достовірності вимірювань параметрів якості газу, аналіз причин порушення якості газу, визначення джерел погіршення якості газу у газопроводі, визначення альтернативних заходів по відновленню планових значень параметрів, прийняття рішень по видачі керуючих дій.

У повідомленні наводяться характеристики задач та класифікація причин порушення якості газу: приплив неякісного газу, недостовірність інформації, порушення якості газу при нормативному режимі ГТС, зміна режиму ГТС, аварії на об'єктах ГТС.

Запропонований підхід використаний на впровадженні системі контролю якості газу "Роса", що об'єднує пункти контролю якості газу. Аналіз результатів експлуатації дозволяє зробити висновок про позитивний вплив ЕС на процес контролю якості газу та керування процесом підтримки його на заданому рівні.



The Approach to Unification of Quantitative Methods of the Decisions Making in Guidance Systems

SERHIJ MOSOV

Air Force Institute

30 Povitrofлотs'kyj prospekt, 252186 Kyiv
Phone: (044) 271-6236

Serhij Mosov. The Approach to Unification of Quantitative Methods of the Decisions Making in Guidance Systems.

In article it is offered to unify the quantitative apparatus of the decisions foundations in guidance systems on basis of situation approach with the purpose of reduction of material expenditures for technical and software support of the decisions in guidance systems.

The main contents of guidance process in all spheres of any organizational management is the decisions making, directed to achievement of the delivered purposes in conditions of occurring changes as inside organization, and outside its.

The decisions making is a component of any management function. As a matter, it is choice that, as well as what to plan, to organize, to motivate and to supervise. The efficiency increasing of the decisions making is possible on basis of the situation approach, a main aspect of which is a situation, i.e. specific set of factors, that has significant influence to organization in particular moment [1]. The situation approach concentrates that the suitability of various guidance methods is determined by a situation [2]. Because such abundance of factors exists as within organization, and in outside environment, there is no uniform "best" mode to operate organization. The most effective method in specific situation is a method, which most of all corresponds to this situation.

One trend of the efficiency increasing of decisions making is development of a complex of programmed decisions on basis of the situation approach (Fig. 1).

For the purpose of a store of such decisions forming it is necessary to execute the following sequence of actions:

- Modeling of situations. Set of various situations is simulated, and its analysis determines the main internal and external factors, that have influence to efficiency of organization functioning;

- The decision making. The decision making represents a choice of one of some set of considered variants: $E_i \in E$, which are formed by use of quantitative methods R of the decisions making. Each variant E_i unequivocally defines some result e_i . The choice of optimum variant of the decision is made in compliance with criterion

$$E_0 = \{ E_{i,0} | E_{i,0} \in E \wedge e_{i,0} = \max_i e_i \}. \quad (1)$$

The choice of optimum variant according to criterion (1) is not, generally speaking, unequivocal as the required result $\max_i e_i$ can be attained in set of all results repeatedly;

- Estimation of the accepted decisions. For attainment of unequivocal and whenever possible an effective result of the decision at given restrictions and assumptions, it is necessary to use estimated (target) functions, which are under construction on the basis of optimistic or pessimistic approaches or on the basis of compromise between them [3, 4]. During estimation the preference is given back to the decision (under condition of), received by use of a method;

- Formation of set of quantitative methods of the decision making. The used methods $R_{i,0}$ of the optimal decisions making form set R_0 , $R_0 \in R$.

- Unification of the decision making methods. The unifications of quantitative methods, used for development of the decisions making, is based on analysis of set R_0 .

The field of quantitative methods, used for programmed decisions development, being an important auxiliary means in decisions making is thus formed. These means permits to lower probability of an error and to save time for the decisions making, in situations that are early considered.

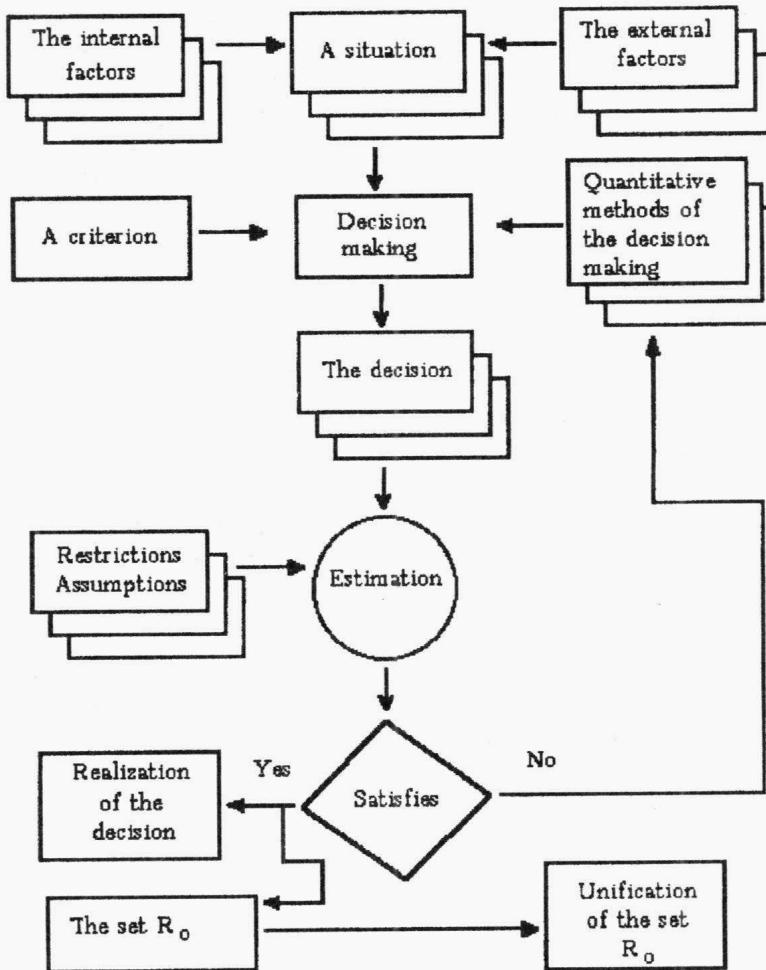


Fig. 1. The sequence of the programmed decisions development

The considered approach to forming of quantitative methods set and process of their unification permit to work out an important problem of unification of technical and software support of the decision making methods, and thus to avoid additional material expenditures, that, accordingly, will have an effect to efficiency of organization functioning.

References

- Янг С. Системное управление организацией: Пер. с англ. - Москва: Сов. радио, 1972, 456 с.
- Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури В. Основы менеджмента: Пер. с англ. - Москва: Дело, 1992, 702 с.
- Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения: Пер. с англ. - Москва: Радио и связь, 1981, 560 с.
- Мушук Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. - Москва: Мир, 1990, 208 с.



Регресивна модель формоутворення контактної поверхні оптичних наконечників волоконно-оптичних систем передавання інформації (ВОСПІ)

ІГОР НЕВЛЮДОВ, ЄВГЕН ВТОРОВ, ВОЛОДИМИР ТОКАРЕВ, АНАТОЛІЙ БЕСТУЖЕВ

Технічний університет радіоелектроніки

310724 Харків, просп. Леніна 14
Tel.: (0572) 40-9486 Факс: (0572) 40-9113

Ігорь Невлюдов, Евгений Второв, Владимир Токарев, Анатолий Бестужев. Регрессионная модель формообразования контактной поверхности оптических наконечников волоконно-оптических систем передачи информации.

Рассматриваются предложения по выбору управляющих параметров регрессионной модели процесса формообразования контактной поверхности оптических наконечников волоконно-оптических систем передачи информации, минимизирующие отклонения шероховатости поверхности от заданных требований.

Підвищення ефективності технологічного процесу, що досліджується, пов'язане з необхідністю використання сучасних контролально-вимірювальних та обчислювальних засобів. Оскільки головною задачею процесу формоутворення контактних поверхонь є одержання якості поверхні, що задана, то особлива увага приділяється розробленню блоку автоматизованого контролю якості. Розроблення ефективної схеми поточного контролю якості поверхні створює умови для створення замкненої системи автоматизованого управління технологічними процесами формоутворення контактних поверхонь.

У теперішній час відсутні науково обґрунтовані рекомендації по створенню подібної системи.

Для відображення залежності між якістю поверхні та вхідними параметрами технологічного процесу можливе використання багатовимірної регресивної моделі, яка у загальному випадку має вигляд:

$$y = a_0 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + f_3(x_3) + f_4(z_1) + f_5(z_2); \quad y = \varepsilon(y_B - y_3),$$

де y - вихідний параметр (показник якості поверхні); y_e - параметр якості, що вимірюється; y_3 - параметр якості, що заданий; ε - масштабний коефіцієнт; (x_1, x_2, x_3) - параметри, що управляють; (z_1, z_2) - вхідні параметри процесу, що контролюються.

Пропонуються рекомендації щодо вибору параметрів, що управляють, які дозволяють мінімізувати відхилення між параметрами якості поверхні, що вимагаються та вимірюються.

Література

- Рыжов Э.В., О.В.Рыжов, А.Т.Суслов, В.П.Федоров. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. - Москва: Машиностроение, 1979, 176 с.
- Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х книгах. Кн. 1. Под ред. В.В.Клюева. - Москва: Машиностроение, 1986, 488 с.



Оптимізація складних динамічних систем засобами штучного інтелекту

ТАРАС ПЕТРЕНКО

АНТК "Антонов"

252062 Київ, вул. Туполєва 1
Тел.: (044) 441-3681

Taras Petrenko. Compelex Dynamical Systems Optimization by Using Artificial Intellect Methods.

This paper is dedicated to using of Multilevel Knowledge Quanta Method for a large complex dynamical system optimization. Model of the system is built by fuzzy and non-complete information.

Побудуємо дискретну модель динамічної системи S об'єктів $O_i, i = \overline{1, n}$. Нехай ця система початково охарактеризована деякою множиною ознак $X_s = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Характеристики $x_j, j = \overline{1, m}$ набувають значень на множині $A_j = \{x_j^1, x_j^2, \dots, x_j^{p_j}\}, j = \overline{1, m}$. Для зручності обчислень характеристику $x_j, j = \overline{1, m}$ представимо у доменному вигляді (див. [1]). За цими характеристиками будуємо простір станів системи S $A_s = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_m$.

В залежності від значень, що набуваються, характеристики можуть бути логічно зв'язані між собою. Цей зв'язок представляємо в імплікативній кон'юнктно-диз'юнктній формі. Будуємо орієнтований граф. Вершинами цього графу будуть характеристики системи S , стрілками - зв'язки між ними. Причому кореневі вершини - це початкові характеристики (множина X_s), інші вершини - це нові характеристики X'_s системи S (відповідно і простір допустимих значень цих характеристик A'_s), які логічно виведені з базових (початкових). Вершини, в які ведуть стрілки з кореневих вершин, назовемо вершинами першого ступеня (кореневі - нульового); вершини, в які входять стрілки з вершин першого ступеня, назовемо вершинами другого ступеня і т.д. На вершини, стрілки графу та на кон'юнктно-диз'юнктні зв'язки між стрілками накладаємо їх ймовірності існування та вагові характеристики (за деякими шкалами виміру).

Графу відповідає матриця інцидентності. Ця багатовимірна доменізована матриця інцидентності M , яка повністю відображає зазначені вище ймовірнісні та вагові параметри графу, є квантом знань (див. [1]), який описує систему S над прямим добутком A_s . Цю

матрицю елементарними перетвореннями робимо верхньотрикутною та за допомогою алгоритму (див. [2]) обчислюємо ймовірнісні та вагові параметри характеристик з множини X'_S .

Мета вивчення даної системи полягає в оптимізації значень її вагових параметрів. Кожний об'єкт системи S є вільним в визначеній мірі, але працює в єдиній системі. Тому поведінка всієї сукупності об'єктів системи S має бути оптимізована в рамках системи засобами, наприклад, динамічного програмування.

Характеристики системи (вершини графу) вищого ступеня (див. вище) будуть розгляdatися як нечітки функції від нечіткіх змінних - характеристик нижчого ступеня. Отримуємо алгоритм найбільш раціональної поведінки системи S . Це виражається в деяких обмеженнях на поведінку об'єктів $O_i, i = \overline{1, n}$ та всієї системи в цілому, наприклад, в визначенні обмеження V , $V \subseteq \overline{A_s}$, $\overline{A_s} = A_s \times A'_s$ на значення, які набувають елементи множини характеристик $\overline{X_s} = X'_s \cup X_s$. Оскільки поведінка системи S представлена матрицею M , а з іншого боку знайдений многовид V , то маємо рівняння $M \cdot \vec{x} = V$, $\vec{x} \in \overline{A_s}$ (1). В результаті розв'язку цього рівняння отримаємо або нові логічні правила, за якими мають бути зв'язані характеристики оптимізованої системи S , або, у випадку неіснування розв'язків рівняння (1), вимушенні будемо переоцінювати вагові та ймовірнісні параметри зв'язків між характеристиками $\overline{X_s}$ доти, доки ці параметри не задовільнятимуть рівняння (1).

Для великих за кількістю характеристик систем кожний їх об'єкт можна розглядати як сукупність матриць-операторів. В результаті поведінка такої системи буде змодельована простором операторів над простором можливих значень характеристик системи.

Цей підхід застосовується при моделюванні планово-економічної діяльності АНТК "Антонов".

Література

- Сіроджа І.Б. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем. - Харків, ХАІ, 1992.
- Петренко Т.Ю. Знаниеориентированные модели, алгоритмы и программы для поддержки принятия решений в производственно-экономической деятельности авиационной фирмы. - Праці Третьої науково-практичної конференції "Информационные ресурсы: создание, интеграция и использование". - Гута, 1996, с. 137-142.



Інформаційна система підтримки стабільних параметрів скла

ВОЛОДИМИР ПОГРЕБЕННИК, ВІКТОР ЗАХАРКО

Фізико-механічний інститут НАН

Львівський мехсклозавод

290601 Львів, вул. Наукова 5

Тел.: (0322) 63-5277

Електронна пошта: eco@sigma.icmp.lviv.ua

Volodymyr Pohrebennyk, Viktor Zakharko. Information System of Stable Glass Parameters Supportment.

The information system for stable glass parameters supportment is proposed and experimental results are discussed.

Для підтримки стабільними технологічних та фізико-механічних параметрів скла (коефіцієнт термічного розширення, густини, знімання та однорідності скломаси, в'язкості, показників заломлення, спектральних властивостей тощо) необхідно проводити в режимі реального часу розрахунок та коригування рецепту шихти за заданим хімічним складом скла та сировини для прийняття оптимальних рішень.

При розробленні математичної моделі розрахунку рецепту шихти виходимо із заданого хімічного складу скла, вираженого у вагових процентах, а також хімічного складу сировинних матеріалів, які використовуються для варіння скла.

Розрахунок базується на припущеннях, що скло утворюється тільки з окислів, а ангідриди відповідних кислот та вода в результаті термічної дисоціації повністю випаровуються. Допускається також, що леткість самих окислів є незначною. Втрати соди в результаті звітрування та механічної леткості враховуються у заданому хімічному складі скла.

Для розрахунку отримуємо систему лінійних рівнянь та нерівностей, які зв'язують компоненти сировини та скла (враховуються хімічні реакції, що відбуваються при варінні скла). Крім цього,

до вказаної системи рівнянь можуть додаватися рівняння, що описують обмеження, які накладаються на сукупний вміст певних окислів у скломасі (наприклад, сума $\text{CaO} + \text{MgO}$, співвідношення сода-сульфат).

Оскільки отримана система рівнянь, взагалі кажучи, є перевизначену і, як наслідок, не має точного розв'язку, при розв'язуванні даної системи використовується метод найменших квадратів та принцип стиснутих відображен.

Метод найменших квадратів ставить завдання мінімізації відхилення від оптимального розв'язку. За допомогою принципу стиснутих відображень будуються наближення до мінімального відхилення від оптимального розв'язку. Розв'язок здійснюється методом ітерації.

Крім цього, система передбачає можливість регулювання розв'язку відносно відхилень вмісту вказаних окислів. З цією метою задаються коефіцієнти важливості вмісту кожного окислу.

Корекція рецепту шихти проводиться за допомогою цієї ж системи рівнянь на основі аналізу даних для заданого вмісту окислів та реально отриманих результатів.

Порівняльний аналіз вказаного методу із загально використовуваними та найбільш показових результатів розрахунку демонструє достатню коректність та надійність запропонованої моделі розрахунку і має ряд суттєвих переваг у сервісному забезпеченні та реалізації представлення інформації (графічний та табличний режими).



Вплив основних термодинамічних параметрів на результат вимірювання солоності у морській воді

ВОЛОДИМИР ПОГРЕБЕННИК, ВОЛОДИМИР ЮЗЕВІЧ, ІВАН МИХАЛИНА

Фізико-механічний інститут НАН

290601 Львів, Наукова 5

Тел.: (0322) 63-5277 Факс: (0322) 64-9427

Електронна пошта: dep26@vision.imp.lviv.ua

Volodymyr Pohrebennik, Volodymyr Juzevych, Ivan Mykhalyna. Influence of Main Thermodynamic Parameters on the Sea Water Saltiness Measurement Error.

Unstability of temperature and pressure does the great influence on the water saltiness measurement. The authors have simulated the influence of the temperature on the process of measurement. The possibility of measurement error reducing by choosing the saltinessmeter shape configuration is shown.

При вимірюванні солоности морської води, як і при будь-яких вимірюваннях у водному середовищі, великий вплив на точність її визначення спровалює нестабільність деяких термодинамічних параметрів, зокрема температури і тиску.

В запропонованому авторами методі вимірювання солоности вдається позбутися потреби прямих вимірів температури і тиску, з подальшим використанням цих даних для уточнення кінцевого результату, за рахунок введення певних умов вимірювання. Але повністю проблеми впливу температури на кінцевий результат вимірювання позбутися не вдалося. Для підвищення точності кінцевого результату, був проведений аналіз впливу температури на умови вимірювання.

Згідно методики вимірювань перший перетворювач, що попадає у водне середовище, повинен мати однакову з ним температуру. Але в умовах реального експерименту цього досягнути практично неможливо. Внаслідок аналізу цієї ситуації і були отримані результати впливу температури на результат вимірювання.

Корпус солеміра моделювався циліндричною трубою довжини l (R_1 - внутрішній радіус; R_2 - зовнішній радіус) і пластиною з розмірами $2 \times l_1$ - довжина (розмір по x), $2 \times l_2$ - ширина (розмір по y), $2 \times l_3$ - висота (розмір по z), які всередині заповнені водою. Товщина оболонки рівна d .

Введемо позначення для циліндра: r - радіальна координата, область (1) $0 < r < R_1$ - заповнена водою, область (2) $R_1 < r < R_2$ - металева оболонка (наприклад, з латуні). Обмежимось розглядом безмежних коаксіальних циліндрів ($l \rightarrow \infty$), оскільки $k = R/l > 3$, а при таких значеннях відношення k [2] похибка визначення температури не перевищує 0,05 %.

Між поверхнею і навколошнім середовищем проходить теплообмін за законом Ньютона. Вважаємо, що коефіцієнт тепловіддачі α в усіх точках поверхні одинаковий і залишається постійним протягом всього процесу нагрівання (охолодження). Нехай температура середовища T_c постійна. В початковий момент часу при $t=0$ температура T_0 в усіх точках циліндрів рівна. За цих умов рівняння теплопровідності набуває вигляду:

$$\frac{dt(\zeta_1, \tau)}{d\tau} = \alpha \cdot \nabla^2 t(\zeta_1, \tau) \quad [1]. \quad (1)$$

Тут t - температура, ζ_i - координати точки простору, α - коефіцієнт температуропровідності. Границі і початкові умови для циліндра наступні:

$$\begin{array}{lll} \text{при } \tau=0 \text{ і } 0 < r < R_2 & t=0; & \text{при } r=0 \text{ і } \tau > 0 \\ & & \frac{dt}{dr}=0; \\ \text{при } r=R_1 \text{ і } \tau > 0 & \lambda_1 \times \frac{dt}{dr} = \lambda_2 \times \frac{dt}{dr}; & \text{при } r=R_2 \text{ і } \tau > 0 \\ & & \frac{dt}{dr} = -\alpha \times \Delta T / \lambda_2; \end{array}$$

де λ_1 , λ_2 - коефіцієнти теплопровідності води і матеріалу зовнішнього циліндра (оболонки) відповідно; $\Delta T = T_c - T_0$ [2].

При проведенні числових розрахунків з допомогою методу кінцевих різниць [3,4] вибирали наступні значення коефіцієнтів (фізичних характеристик матеріалу циліндрів):

$$a_1 = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}; a_2 = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}; \lambda_1 = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \lambda_2 = 111 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \alpha = 350 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) [5].$$

Числові розрахунки показали, що зовнішня металева оболонка незначно впливає на процес теплопровідності. На основі числового аналізу задачі встановлено, що основним буде процес поширення тепла в області (1) $0 < r < R_1$. В зв'язку з цим розв'язок задачі всередині внутрішнього циліндра в нашому випадку буде визначальним і його запишемо наступним чином:

$$\Theta = \frac{t_0 - t(r, \tau)}{t_0 - t_c} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \cdot J_1(\mu_n) \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo)}{\mu_n \cdot [J_0^2(\mu_n) + J_1^2(\mu_n)]} \times J_0(\mu_n \times \frac{r}{R_1}) \quad [2].$$

Тут Θ - безрозмірна температура; μ_n - корені характеристичного рівняння $Bi \cdot J_0(\mu) = \mu \cdot J_1(\mu)$; $J_0(\mu)$ і $J_1(\mu)$ - функції Бесселя першого роду нульового і першого порядку від дійсного аргументу; $Fo = \alpha \cdot \tau / R_1^2$ - критерій Фур'є (безрозмірний час); $Bi = \alpha \cdot R_1 / \lambda_1$ - критерій Біо.

Аналогічну процедуру було застосовано і у випадку пластини. Границі та початкові умови вибиралися наступні:

$$\begin{array}{ll} \text{при } \tau=0: & t(x, y, z, 0) = t_0 = \text{const}; \\ \text{при } \tau > 0: & \mp \frac{dt(\pm l_1, y, z, \tau)}{dx} + \frac{\alpha}{\lambda} \times [t(l_1, y, z, \tau) - t_c] = 0; \\ & \mp \frac{dt(x, \pm l_2, z, \tau)}{dy} + \frac{\alpha}{\lambda} \times [t(x, l_2, z, \tau) - t_c] = 0; \\ & \mp \frac{dt(x, y, \pm l_3, \tau)}{dz} + \frac{\alpha}{\lambda} \times [t(x, y, l_3, \tau) - t_c] = 0, \quad [2] \end{array}$$

а розв'язок запишеться у вигляді

$$\Theta = \frac{t_0 - t(x, y, z, \tau)}{t_0 - t_c} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} A_n A_m A_k \times \cos(\mu_n \times \frac{x}{l_1}) \times \cos(\mu_m \times \frac{y}{l_2}) \times \cos(\mu_k \times \frac{z}{l_3}) \times \exp\left[-\alpha \cdot \tau \times \left(\frac{\mu_n}{l_1} + \frac{\mu_m}{l_2} + \frac{\mu_k}{l_3}\right)\right],$$

$$\text{де } A_{n,m,k} = \frac{2 \cdot \sin(\mu_{n,m,k})}{\mu_{n,m,k} + \sin(\mu_{n,m,k}) \times \cos(\mu_{n,m,k})}, \quad \mu_{n,m,k} - \text{корені характеристичного рівняння } ctg(\mu) = \frac{\mu}{Bi};$$

$$Bi - \text{критерій Біо: } Bi = \frac{\alpha \cdot l_i}{\lambda}, \quad i=1,2,3.$$

З метою оцінки часу релаксації процесу теплопровідності температуру визначаємо в точках $r=0$ і $x=y=z=0$, температура $\Delta T=2$ К і 5 К, критерій точності вибираємо $\delta t=0,1$ К, 0.05 К, 0.02 К. Критерій точності вибирається виходячи з того, що при $\delta t=0.1$ К похибка вимірювання становила близько 10%, а при $\delta t=0.05$ К - не перевищувала кількох процентів; а точність 0.02 К гарантою необхідна для геофізичних вимірювань у морській воді. Отже, при охолодженні (нагріванні) системи циліндричних тіл (латунь-вода) відносна температура досягне значення $\Theta = \delta t / \Delta T$.

Таким чином, останнє співвідношення є критеріальним, і з його допомогою оцінюємо час релаксації, тобто час нагріву (або охолодження) води в солемірі.

Внаслідок проведених розрахунків вдалося оптимізувати геометричні розміри солеміра за часом встановлення спеціальних умов вимірювання, що привело до підвищення точності вимірювань.

Література

1. Лыков А.В. Теплопроводность нестационарных процессов. - Москва: Госэнергоиздат, 1957, 232 с.
2. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под. ред. А.В.Лыкова. - Москва: Энергия, 1973, 336 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.Ц. Теплопередача. - Москва: Энергия, 1969, 440 с.
4. Калиниченко В.И., Кощий А.Ф., Ропавка А.И. Численные решения задач теплопроводности. - Харьков: Вища школа, 1987, 112 с.
5. Кухлинг Х. Справочник по физике. - Москва: Мир, 1982, 520 с.



Introduction to Statistical Models of Cellular Automata in Systems for Emergency Situations Prediction

SEppo PUURONEN, VAGAN TERZIJAN, HELENA KAJKOVA (*), NATALKA LIESNAJA, JEVHEN MOKRYJ (**)

(*) University of Jyvaskyla

P.O.Box 35, SF-40351 Jyvaskyla, FINLAND
Phone: +358 41 603 052 Fax: +358 41 603 011
E-mail: vagan@jytko.jyu.fi

(**) Technical University of Radioelectronics

1 Lenina Ave., 310726 Kharkiv
Phone: +380 572 40 94 46 Fax: +380 572 40 91 13
E-mail: serg@milab.kharkov.ua

Seppo Puuronen, Vagan Terzijan, Helena Kaikova, Natalka Liesnaja, Jevhen Mokryj. Introduction to Statistical Models of Cellular Automata in Systems for Emergency Situations Prediction.

One approach to the modelling and analysis of discrete dynamic processes of real complexity is proposed. The probabilistic cellular automaton using statistical analysis and the theory of probability lies at its basis. The possibilities are shown how to apply the given approach to problems solving in conditional control, to the theory of optimum solutions, specifically for the solving of practical problems of forecasting the overlimited situations at the Atomic Power Stations and operative planning the process of extracting useful minerals at mines.

Introduction. The probabilistic cellular automaton is an abstract mathematical tool of the modelling and analysis of discrete dynamic processes and the systems of real complexity. The given theory replaces the determinism of the conventional cellular automatic device with the probability approach including in itself the statistical analysis.

The majority of the production processes relating to the category of discrete dynamic is characterised by the availability of a large number of overlimited situations [1], which entails the fatal consequences (the failure at the Chernobyl NPS can serve as an example). On the basis of the simple study of the characteristics of process it is impossible to trace all the probable situations that can arise.

One of approaches to modelling of processes is to use the theory of a cellular automaton. Such approach is used strictly to determined objects and does not take into account a stochastic nature of the processes proceeding in real world. In their turn the classical methods of the statistical analysis as a rule does not permit to make the valuation of all the possible conditions of an object [2].

The stochastic nature of real discrete dynamic processes and systems brings to nought all the attempt to solve the problem of their modelling by conventional methods and, consequently to predict possible consequences the process can result.

The solution of the specified class of problems is urgent for various branches of industry to provide for the reliable management and the support of taking the optimum decisions. The majority of models and methods existing today do not satisfy the requirements [3] for the following reasons: complexity and frequently impossibility of adjustment to the new subject area; imperfection of the methods of changing the characteristics of systems and processes under research; absence of the ways of representation of knowledge about processes and systems under research.

The originality of the theory consists in the modified statement of the problem of modelling by the probabilistic cellular automaton. For the realisation of it the traditional theory of the cellular automaton is changed and attended to provide for the solution of the tasks.

The probable cellular automatic device. Let us observe the basics the authors of the given thesis rely on:

- any process, in nature, is generally n-dimensional and, hence, can be submitted by n-dimensional matrix named the space of modelling;

- the whole semantic load lies in the very objects and can be interpreted differently, depending on the location (position) of an object in the space of modelling;
- the semantic connections between objects are expressed as the rules of a conclusion of the probabilistic cellular automaton and can reflect the following actions:
 - "Birth" of any object in any location of the space of modelling;
 - "Birth" of any group of objects in any location of the space of modelling;
 - "Death" of any object in any location of the space of modelling;
 - "Death" of any group of objects in any location of the space of modelling;
- "Moving" (or "conversion") of any object or group of objects in any location of the space of modelling.

However it is necessary to note that the rules do not set the particular change of the space of modelling but only define the possible variants of these changes being based on the theory of probabilities and mathematical statistics and thus defining the possible ways of the process. This is the main difference of the present theory from the conventional theory of a cellular automaton is. The conventional theory of a cellular automaton represents a strictly determined vehicle the essence of which is an unequivocally determined direction of the process. Unlike the conventional theory the given mathematical tool takes into account a stochastic nature of processes and systems and in this connection it is more applicable to real practical problems. In general case the probable cellular automatic device can be presented by the following functional chart (see following Figure).

K-1-W will transform the space of modelling, i.e. generates an initial condition before operation of the rules; W-2-R transmits the knowledge of a current condition of the space of modelling to a set of the rules; R-3-O on the basis of the present of information about the space of modelling the set of the rules changes the characteristics of the set of objects; O-4-W a new set of objects changes the characteristics of the space of modelling; W-5-O the resulting of one of the subsequent sets of objects; W-6-K saves the received characteristics of the space of modelling in the knowledge base.

```

graph TD
    O["O - Set of Objects"] <-- 3 --> R["R - Set of Rules"]
    W["W - Space of modeling"] <-- 1 --> K["K - Knowledge Base of Previous Conditions of Area of Research"]
    W <-- 2 --> R
    W <-- 4 --> O
    O <-- 5 --> W
    K <-- 6 --> W
  
```

Rules. The rule of the probabilistic cellular automaton can be resented as follows:

IF StateWorld_b THEN {Change₁(P₁) [, Change₂(P₂) [, ... Change_n(P_n)]]},

where *StateWorld_b* - is ascertain condition of the space of modelling at the previous step; *Change_i(P_i)* - are the changes of the characteristics in the space of modelling, which take place during the current step with some probability of *P_i*. Moreover $\sum_{i=1}^n P_i = 1$, where *n* is quantity of possable

ways of the development of the process during the fulfilment of the given rule. The values of *P_i* are de fined by the researcher on the basis of the analysis of the a priori information about the object of modelling.

Result of modelling. As a result of the modelling of a process or a system with the help of a probabilistic cellular automaton the researcher receives the knowledge of all the possible conditions of the space of modelling. On the basis of this knowledge the researcher judges the probability of the achievement of forecasting conditions of a process. It permits him to make a decision on the expediency of the choice of that or other script of the management of the process under research.

The algorithms of maximise and minimise of functions of the purpose executed by the overlimited conditions of the under research process are worked out by the authors.

Conclusion. The application of the approach described by the authors to the solving of the problems of conditional control and forecasting, resulted in creating the system of operative management of the process of extracting useful mineral as well as the monitoring system and forecasting the emergencies at a nuclear power station.

The positive results of testing the system were received as a result of the solution of real practical problems and during the test examples (the emergency at the Chernobyl Nuclear Power Station and the problem of operative planning of the process of extracting the useful minerals at the functioning mine).

However the research is not completed and in this connection a wide field of activity on the improvement of the given approach with reference to modelling the discrete dynamic system is seen, that will be undoubtedly justified by the receiving of important practical results.

References

- Terziyan V. Multilevel Dynamic Models of Knowledge Bases Control and Their Applications in Automated Information Systems. - Post Doctoral Degree Thesis, Kharkiv: University of Radioelectronics, 1993.
- Puuronen S., Terziyan V. A Metasemantic Network. New Directions in Artificial Intelligence. - Proc. of Finnish AI Conference, Finland, 1992, pp. 136-143.
- Bondarenko M., Grebenyuk V., Terziyan V. Reasoning Based on Semantic Relations Algebra. - Pattern Recognition and Analysis, Vol. 3, No. 4, 1993.



Інтелектуальні системи керування на базі багаторівневих квантів знань

ІГОР СІРОДЖА, ОЛЕКСАНДР СОКОЛОВ

Аеріаційний інститут

310070 Харків, вул. Чкалова 17
Тел.: (0572) 44-2734 Факс: (0572) 44-0046

Ігор Сироджа, Александр Соколов. Интеллектуальные системы управления на базе многоуровневых квантов знаний.

Автоматизация управления с помощью ЭВМ объектами произвольной природы предусматривает построение модели, описывающей функционирование объекта и его взаимодействие со средой. Традиционно строится достаточно точная математическая модель объекта управления. Однако учет большого числа факторов, влияющих на поведение объекта, ограничивает возможности систем оперативного управления, а упрощение модели приводит к неадекватности ее объекту. Поэтому, при построении моделей управления объектами, наиболее перспективным является подход, основанный на использовании методов искусственного интеллекта, что позволяет применить методы обучения, адаптации модели объекта к изменяющимся условиям и прогнозировать поведение в условиях неопределенности. Представлена концепция организации интеллектуальных систем управления, методология их создания на основе многоуровневых алгоритмических квантов знаний.

Концепція організації інтелектуальних систем керування. Сучасний напрямок розроблення інтегрованих систем керування ґрунтуються на використанні теорії інтелектуальних систем, яка виникла на перетині штучного інтелекту, дослідження операцій та автоматичного керування [1]. При створенні інтелектуальних систем керування (ІСК) необхідно враховувати наявність у контурі керування людини-оператора та використання його знань у процесі прийняття рішень. Тому засади організації ІСК мають ґрунтуватися на наступних концептуальних вимогах [2]:

- багаторівнева ієрархічність структури ІСК. Зниження вимог до точності моделей керування забезпечується підвищенням інтелектуальності та рангу рівня ієрархії.
- взаємодія ІСК із реальним зовнішнім світом за допомогою інформаційних каналів зв'язку. Вся необхідна інформація подається у вигляді здобутих знань в процесі взаємодії із зовнішнім світом.
- квантування (структурування) знань як змістовних структур даних. Подання знань у вигляді порцій інформації припускає застосування алгебраїчних операцій, логічне виведення та забезпечує атомістичне уявлення світу. Цей принцип дозволяє маніпулювати не тільки якісними, але й кількісними характеристиками знань, що використовуються.
- відкритість ІСК. Процес приймання, доповнення та упорядкування знань дозволяє підвищувати інтелектуальність та вдосконалювання ІСК.
- здатність ІСК до прогнозування змін зовнішнього світу і власної поведінки. Цей принцип дозволяє автоматично змінювати систему ієрархічно організованих знань.
- зберігання функціонування (можливо з деякою деградацією) при розриві зв'язків від вищих рівнів ієрархії структури керування. Завдяки цьому принципові ІСК може втратити лише частку інтелектуальності (деякого її ступеня), але не повного функціонування системи при відмовах у роботі вищих рівнів ієрархії.

Системи керування, організовані на засадах ІСК, володіють властивістю "інтелектуальності у великому" та "у малому". Багаторівнева ієрархічна структура ІСК, що "інтелектуальні у великому", складається з наступних рівнів спадного рангу: навчання; самоорганізація; прогнозування подій; маніпулювання з базами даних та знань; формування рішень; планування дій для реалізації рішень; адаптація; виконавчий рівень, на якому використовуються традиційні моделі систем автоматичного керування (САК). Кожен з цих рівнів має свою функціональну специфіку і може складатися з декількох підрівнів.

Рівні більш вищого рангу є надбудовою над традиційними моделями керування, що суттєво розширює можливості останніх за рахунок використання сучасних методів інженерії знань.

Методологія розроблення ІСК на основі багаторівневих алгоритмичних квантів знань (БАКЗ-методологія). БАКЗ-методологія ґрунтуються на концепції загальної організації ІСК. Використання БАКЗ-методології доцільно у тих випадках, коли традиційні засоби покращення динаміки поведінки системи не придатні. Для вирішення задачі забезпечення потрібної динамічної поведінки САК треба використовувати процедуру вибору засобів інтелектуалізації. У таких випадках з метою переборення невизначеності інформації про оточуюче середовище (зовнішній світ) або про об'єкт керування (його поведінку) пропонується використовувати засоби, засновані на маніпулюванні чіткими та нечіткими квантами знань [2].

Основні етапи проектування ІСК: реалізація методу формування (обчислювання) моделей виконавчого рівня САК шляхом виділення адекватних функцій керування; узгодження (координація) виконавчих та інтелектуальних підрівнів (П-регулятор; ПІ-регулятор; ПД-регулятор; ПД-регулятор, що самоорганізується) інтелектуальним рівнем (продукційні правила; нечітке виведення квантів; приближене виведення квантів; самонавчальна занняорієнтована система прийняття рішень); імітаційне моделювання ІСК.

БАКЗ-методологія, що пропонується, використовує метод імітаційного моделювання ІСК за допомогою нечітких БАКЗ-моделей прийняття рішень з метою видобування експертної інформації з динаміки нечіткої поведінки об'єкта керування для формування відповідних квантів знань. Спочатку виділяються нечіткі відносини "вхід-вихід" та формується база навчання у вигляді квантів знань. Потім за допомогою оператора нечіткого логічного виведення формуються правила функціонування моделі ІСК у вигляді іmplікативних закономірностей, які використовуються на наступному етапі проектування та реалізації ІСК.

Нечіткі регулятори як основа ІСК. Використання модифікованого методу нечітких багаторівневих квантів знань дозволяє конструювати базу знань нечіткого регулятора (НР), яка має наступні характеристики [3]: (1) метод подання знань - ієархічна система квантів знань; (2) тип моделі формування причинно-висновкових зв'язків — система іmplікативних закономірностей; (3) вимірювання інформаційних течій - МІМО - НК.

НК будується на основі лінгвістичної апроксимації динаміки об'єкта керування у вигляді таблиць лінгвістичних правил (ТЛП). Збільшення кількості правил для складних об'єктів може привести до великого обсягу обчислювальної роботи та появи протиріч у правилах. Тому використання БАКЗ-методу дозволяє мінімізувати кількість правил, які необхідні НК, а також усунути протиріччя в них. Крім того, завдяки БАКЗ-методу вирішується задача вибору найбільш адекватного правила з множини ТЛП.

Подальший розвиток досліджень буде проводитись у напрямку використання БАКЗ-методології в задачах ідентифікації, оцінки стану об'єкта керування, урахування зовнішніх збурювань та оптимального керування ІСК в умовах невизначеності.

Література

1. Захаров В.Н. Ульянов С.В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления: II. Эволюция и принципы построения - Изв. РАН. Техн. кибернетика, № 4, 1993; III. Методология проектирования. - Изв. РАН. Техн. кибернетика, N5, 1993.
2. Сироджа И.Б. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем. - Харьков: ХАИ, 1992, 100 с.
3. Соколов А.Ю. Лингвистический синтез регулятора на базе многоуровневых квантов знаний. - Третя Українська конференція з автоматичного керування "Автоматика-96", Севастополь: СевГТУ, 1996, с. 43.



Проблеми перетворення і реєстрації вимірювальних сигналів

ЛЕОНІД РОЖКОВ, РОМАН ФЕДОРІВ

Приладобудівний інститут

282001 Тернопіль, вул. Руська 56

Тел.: (0352)22-4133 Факс: (0352)25-4983

Електронна пошта: yavorsky@bms.politech.ternopil.ua

Леонид Рожков, Роман Федорив. Проблемы преобразования и регистрации измерительных сигналов.

Рассматриваются проблемы преобразования и регистрации измерительных сигналов, являющихся носителями информации о значениях физических величин. Основное внимание удалено задаче минимизации регистрируемых данных, исходя из предпосылок экономичности и простоты реализации цифровых средств обработки сигналов.

Йдеться про сигнали, які є носіями інформації про значення фізичних величин. Такі сигнали називаються вимірювальними [1]. Розвиток цивілізації і науково-технічний прогрес ґрунтуються на реєстрації значень фізичних величин. Чим вищий рівень техніки, тим з вищою точністю необхідно реєструвати значення фізичних величин. Реєстрації піддаються тільки деякі з фізичних величин (довжина, кут, електричний струм, напруга), інші фізичні величини потрібно перетворювати у придатні для реєстрації. Оскільки відомості про значення фізичних величин отримуємо через сигнали, то проблема їх перетворення і реєстрації зводиться до проблеми перетворення і реєстрації сигналів.

Проблемі перетворення та реєстрації вимірювальних сигналів присв'ячено багато робіт. Ця проблема багатогранна. Вона охоплює також задачі мінімізації об'єму вимірювальних сигналів, а при реєстрації - об'єму даних. Відомі різні способи зменшення об'єму сигналу і об'єму даних за рахунок їх інформаційної надлишковості, наприклад, відомості про зміну значень фізичних величин передавати і реєструвати не як нове значення фізичної величини, а тільки її зміну. Цю інформацію, як правило, передають через фіксовані інтервали часу [2]. На такому принципі формується телевізійний сигнал. Проте, передача сигналу чи зміни сигналу через фіксовані інтервали часу хоча і дозволяє зменшити об'єм сигналу, але надлишковість його може бути ще досить великою.

Перспективним на наш погляд є метод компресії (зменшення об'єму сигналу), якщо передачу інформації здійснювати тільки у моменти зміни значення фізичної величини на деяку мінімально значиму умовну одиницю. При такому формуванні вимірювального сигналу практично повністю позбуваємося інформаційної надлишковості і отримуємо мінімальний об'єм сигналу. При оцінці ефективності такого методу критерієм якості є помилка відтворення значення фізичної величини, переданої безнадлишковим сигналом.

В процесі слідкування за сигналом $x(t)$ формується вихідний сигнал $L(t)$, що складається з імпульсів з рівнем $\pm V$. Кожний імпульс видається відразу ж після того, як зміна сигналу перевищить деяку порогову величину $\varepsilon/2$. Полярність цих імпульсів визначається полярністю сигналу похиби $e(t)$ у відповідності з правилом:

$$L(t) = \begin{cases} +V\delta(t), & e(t) \geq \varepsilon/2; \\ -V\delta(t), & e(t) \leq -\varepsilon/2; \\ 0, & -\varepsilon/2 < e(t) < \varepsilon/2. \end{cases} \quad (1)$$

Апроксимуючий сигнал $y(t)$ можна отримати згорткою імпульсів $\{L_r\}$ послідовності сигналу $L(t)$ з імпульсною переходною характеристикою ідеального інтегратора: $h_a(t) = \begin{cases} \varepsilon/V, & t \geq 0; \\ 0, & t < 0. \end{cases}$

Значення сходинок апроксимуючого сигналу рівне $\pm\varepsilon$ у відповідності з полярністю імпульсів L_r , абсолютне значення яких рівне $V\delta(t)$. Сигнал помилки $e(t)$ - це різниця між сигналами $x(t)$ та $y(t)$ і, як видно з умовою (1), не може перевищувати $|\varepsilon/2|$. Зауважимо, що хоча сигнал $y(t)$ тотожний сигналу, що отримується при рівномірному квантуванні $x(t)$, тривалість інтервалів $D(t)$ між моментами надходження імпульсів L_r є змінною величиною і залежить від крутизни сигналу $x(t)$.

Зауважимо ще, що при описаному методі реєстрації фізичних величин і їх передачі (обробленні) засобами цифрової техніки згідно з умовою (1) необхідно фіксувати три значення зміни сигналу. Альтернативним є метод, при якому фіксується лише два значення зміни сигналу. В цьому випадку апроксимуючий сигнал $y(t)$ повинен формуватись не ідеальним інтегратором, а інтегратором з втратами, утворюючи таким чином пилоподібний апроксимуючий сигнал. В результаті цього відпадає необхідність у генерації імпульсів L_r від'ємної полярності для сигналів, що мають від'ємну крутизну.

Одним з недоліків описаного методу реєстрації вимірювальних сигналів є те, що для отримання апроксимуючого сигналу зареєстровані відліки необхідно зважувати експоненційною функцією (перехідна характеристика інтегратора з втратами), що також перешкоджає використанню методу засобами цифрового оброблення даних.

З огляду на вищесказане, компромісним варіантом між досягненням зручності використання методу реєстрації фізичних величин при обробленні засобами цифрової техніки та можливістю мінімізації даних доцільно обмежитись певним класом сигналів. Найбільш для цього підходять потоки - клас сигналів з невід'ємною першою похідною. Потоки часто зустрічаються в природі та різних сферах людської діяльності (потік елементарних частинок, потік енергії, що споживається тощо). В цьому випадку зміна значення фізичної величини на апріорно заданий поріг є однобітною величиною. Це дає можливість використання ефективних алгоритмів оброблення даних, що основані на однобітному представленні вхідних сигналів [3].

Література

1. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. - Москва: Сов. радио, 1984.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - Москва: Сов. радио, 1986.
3. Rozhkov L. Design efficient FFT digital processor for electromagnetic fields. - Proceedings of Int. Conference on MMET'96, Lviv, 1996, pp. 412-415.



Математичне моделювання процедури оцінки показника адіабати в залежності від солоності при діагностиці морської води акустичними хвилями

ВОЛОДИМИР ЮЗЕВІЧ, ВОЛОДИМИР ПОГРЕБЕННИК

Фізико-механічний інститут НАН

290601 Львів, вул. Наукова 5

Тел.: (0322) 63-5277 Факс: (0322) 64-9427

Електронна пошта: dep26@vision.imp.lviv.ua

Volodymyr Juzevytsh, Volodymyr Pohrebennyk. Mathematical Modeling of the Adiabatic Indexes Estimation in Relation to Saltiness while Sea-Water Diagnostics by Acoustic Waves.

The technique of numerical analysis and exaction the acoustic nonlinearity in relation with saltiness and temperature while sea-water diagnostics by acoustic waves is proposed.

Одним з перспективних методів дослідження високочастотних флюктуацій швидкості звуку в морському середовищі є використання явищ взаємодії нелінійних акустичних хвиль та параметричних антен. При підвищенні концентрації повітряних бульбашок у воді параметр акустичної нелінійності γ збільшується на декілька порядків, отже його можна використати для їх діагностики. Тому знання аналітичної залежності між γ і такими параметрами як температура, солоність і тиск в морській воді є надзвичайно важливою справою.

Зв'язок параметра акустичної нелінійності водного середовища γ (показника адіабати) з рівноважною швидкістю звуку C_0 :

$$C_0 = (\gamma p / \rho)^{0.5} \quad [1], \quad (1)$$

де ρ - густина води при заданій температурі t , а p - внутрішній тиск, можна записати наступним чином [1,2]:

$$\gamma = 2 \cdot \rho_0 \cdot C_0 \cdot G + 1, \quad G = dC/dp_0. \quad (2)$$

Тут p_0 - гідростатичний тиск; похідна dC/dp_0 визначається при незмінній ентропії і солоності води (отже, γ - адіабатичний коефіцієнт). Як відзначено в роботі [2], найбільша відмінність між ізотермічним і адіабатичним баричними коефіцієнтами G всередині інтервалу $t = (4 \div 74)^\circ\text{C}$ складає $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}/(\text{с}\cdot\text{Па})$, тому в співвідношенні (2) користуємося ізотермічним баричним коефіцієнтом G .

Підставляючи в (2) C_0 з (1), отримаємо уточнену формулу для γ .

$$\gamma = 1 + 2 \cdot p \cdot (G)^2 \cdot \rho + 2 \cdot p \cdot G \cdot ((p/\rho) \cdot (1 + p \cdot (G)^2 \cdot \rho))^{0.5}. \quad (3)$$

Дослідимо залежність параметра γ від солоності S в діапазоні $S = (0 \div 40) \text{ }^\circ/\text{o}$ при постійних температурах $t_1 = 20^\circ\text{C}$ і $t_2 = 30^\circ\text{C}$, порівнюючи значення γ з експериментальними $\gamma_{*1} = 7.1$, $\gamma_{*2} = 7.0$, отриманими без використання уточненого співвідношення (3). При цьому врахуємо залежність [3] густини ρ від температури t ($[\rho] = 1 \text{ кг}/\text{м}^3$):

$$\rho = \rho_0 + 0,06793592 \cdot t - 0,00909529 \cdot t^2 + 0,0001001585 \cdot t^3 - 1,120083 \cdot 10^{-6} \cdot t^4 + 6,536332 \cdot 10^{-9} \cdot t^5, \quad (4)$$

а також залежність C_0 від температури і гідростатичного тиску p_0 за формулою Дель Гросо:

$$\begin{aligned} C_0 = & 1402,392 + 5,011094 \cdot t - 5,50947 \cdot 10^{-2} \cdot t^2 + 2,21536 \cdot 10^{-4} \cdot t^3 + 1,59136 \cdot p_0 + 2,45755 \cdot 10^{-3} \cdot p_0^2 - \\ & - 9,36681 \cdot 10^{-6} \cdot p_0^3 + 6,47715 \cdot 10^{-2} \cdot t \cdot p_0 - 1,65695 \cdot 10^{-4} \cdot t \cdot p_0^2 + 2,76057 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 \cdot p_0^2 + 5,53612 \cdot \\ & \cdot 10^{-7} \cdot t \cdot p_0^3 - 4,466677 \cdot 10^{-6} \cdot t^3 \cdot p_0 - 3,473123 \cdot 10^{-5} \cdot t \cdot S \cdot p_0 + 1,289558 \cdot 10^{-4} \cdot S^2 - 1,275628 \cdot 10^{-2} \cdot t \cdot S - \\ & - 1,681126 \cdot 10^{-11} \cdot S^2 \cdot p_0^2 + 9,684032 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 \cdot S + 4,952146 \cdot 10^{-7} \cdot t \cdot S^2 \cdot p_0 + 1,329523 \cdot S \end{aligned} \quad [2,3]. \quad (5)$$

Тут C_0 виражається в $\text{м}/\text{s}$, а тиск p_0 - в МПа ($p_0 \approx 10 \text{ МПа}$: обмежуємось розглядом морської води в приповерхневому шарі моря, де можна нехтувати впливом глибини); ρ_0 - густина води при $t = 0^\circ\text{C}$ ($\rho_0 = 999,842594 \text{ кг}/\text{м}^3$ [3]).

Експериментальні значення параметра γ_* визначались методом порівняння [1]. Ці значення використаємо як початкові для уточнення нелінійного параметра γ .

Математичне моделювання процедури оцінки температурної залежності показника адіабати γ при взаємодії акустичних хвиль з водним середовищем (морською водою) полягає в розробленні алгоритму числового експерименту, який базується на використанні співвідношень (1), (3), (4), (5). При цьому вихідними (початковими) є експериментальні значення γ_* [2]. Числовий аналіз співвідношень (1), (3), (4), (5) проводимо на основі методу послідовних наближень. Враховуємо, що уточненному значенню параметра γ буде відповідати уточнене значення внутрішнього тиску p так, щоб задовільнялось співвідношення (1).

В результаті числового розрахунку отримаємо уточнені значення параметрів γ і p при температурах $t_1 = 20^\circ\text{C}$ і $t_2 = 30^\circ\text{C}$ в діапазоні солоностей $S = (0 \div 40) \text{ } \%_{\infty}$:

1) $t = 20^\circ\text{C}$:

- | | |
|---|---|
| a) $S = 0 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 9,453$; $p = 232,1 \text{ MPa}$; | 6) $S = 5 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 8,534$; $p = 259,7 \text{ MPa}$; |
| b) $S = 10 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 7,754$; $p = 288,7 \text{ MPa}$; | г) $S = 15 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 7,115$; $p = 317,7 \text{ MPa}$; |
| д) $S = 20 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,619$; $p = 344,9 \text{ MPa}$; | е) $S = 25 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,268$; $p = 367,8 \text{ MPa}$; |
| е) $S = 30 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,065$; $p = 383,8 \text{ MPa}$; | ж) $S = 35 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,012$; $p = 391,0 \text{ MPa}$; |
| з) $S = 40 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,111$; $p = 388,5 \text{ MPa}$; | |
- (6)

2) $t = 30^\circ\text{C}$:

- | | |
|---|---|
| a) $S = 0 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 11,30$; $p = 200,7 \text{ MPa}$; | 6) $S = 5 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 9,888$; $p = 231,7 \text{ MPa}$; |
| в) $S = 10 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 8,683$; $p = 266,4 \text{ MPa}$; | г) $S = 15 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 7,693$; $p = 303,7 \text{ MPa}$; |
| д) $S = 20 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,923$; $p = 340,7 \text{ MPa}$; | е) $S = 25 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,374$; $p = 373,7 \text{ MPa}$; |
| е) $S = 30 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,051$; $p = 397,4 \text{ MPa}$; | ж) $S = 35 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 5,956$; $p = 407,7 \text{ MPa}$; |
| з) $S = 40 \text{ } \%_{\infty}$; $\gamma = 6,093$; $p = 402,3 \text{ MPa}$. | |

Слід відзначити, що алгоритм числових розрахунків розроблено таким чином, що отримані в (6) значення γ не залежать від їх початкових значень γ_* . Цей факт свідчить про коректність математичної моделі, а також про стійкість вибраного методу числового розрахунку і відповідного алгоритму.

Як видно з (6), залежність параметрів γ , p від солоности S гладка, неперервна, має нелінійний характер і при $S \approx 35 \text{ } \%_{\infty}$ γ проходить через мінімум, а p - через максимум. Аналітично ці залежності можна апроксимувати квадратичними функціями

$$\text{a) } t = 20^\circ\text{C} : \gamma = 9,45945 - 0,20019 \cdot S + 0,0029079 \cdot S^2, \quad (7)$$

$$\text{б) } t = 30^\circ\text{C} : \gamma = 11,31397 - 0,30837 \cdot S + 0,0044440 \cdot S^2. \quad (8)$$

Сума квадратів відхилень у випадку (7) не перевищує 0,000185 і у випадку (8) 0,0004314 відповідно. Як видно з (7), (8), підвищення температури приводить до більш різкого зменшення γ на початковій стадії (при малих S), про що свідчать коефіцієнти 0,20019 і 0,30837 перед S . Такий характер зміни γ не був виявлений в класичному підході [1,2].

У відповідності з результатами розрахунків (6) тиск p змінюється в діапазоні 200,7 MPa \div 407,7 MPa, що розширює межі відповідного діапазону внутрішніх тисків 300 MPa \div 400 MPa [2], отриманого на основі класичного підходу. Слід відзначити, що експериментальне значення внутрішнього тиску $p_* = 320 \text{ MPa}$ при $t = 20^\circ\text{C}$ для прісної води отримано за допомогою методу порівняння [1].

Отже, з допомогою математичного моделювання уточнено значення параметрів, що входять в рівняння стану нелінійної акустики водних середовищ. Слід відзначити, що відмінність між попередніми даними $\gamma_* = 7,1$, $\gamma_* = 7,0$ і уточненими значеннями $\gamma_1 = 9,453$, $\gamma_2 = 11,3$ суттєва, крім того, виявлено екстремуми залежностей $\gamma(S)$, $p(S)$, що збагачує інформацію про нелінійний характер взаємодії акустичних хвиль з водним морським середовищем.

Література

1. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. - Москва: Наука, 1966, 520 с.
2. Бабий В.И. Мелкомасштабная структура поля скорости звука в океане. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983, 200 с.
3. Калашников П.А. Первичная обработка гидрологической информации. - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985, 152 с.

