

УДК 681.3

С.С. Бучик, к.т.н., викл.
О.Ф. Дубина, к.т.н., викл.
С.О. Кондратенко, к.т.н., викл.

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки ім. С.П. Корольова

МЕТОДИКА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ АЛГОРИТМІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ДЕШИФРУВАННІ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Розглянуто методика раціонального вибору алгоритмів прийняття рішення дешифрувальником аерокосмічних зображень на етапах проектування складних програмно-технічних комплексів обробки інформації космічної розвідки, яка дозволить вирішити проблему початкових даних та отримати достатньо ефективні алгоритми.

Вступ. В наш час при проектуванні та експлуатації складних програмно-технічних комплексів (ПТК) обробки аерокосмічних зображень (АКЗ) велика увага приділяється питанням аналізу діяльності дешифрувальника. Аналіз методів кількісного опису і моделювання операторської діяльності показав, що в основі практично всіх методів лежить поняття алгоритму діяльності як деякої сукупності елементів діяльності дешифрувальника, що має метою розв'язання задачі, яка виникла в процесі його діяльності [1], [2], [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Алгоритмічні моделі характеризуються використанням алгоритмічної мови і графів Бержа. Найважливішими обмеженнями для застосування цих моделей служать відсутність у них операцій синтезу і нестохастичний характер використовуваних алгоритмів. З цієї причини алгоритмічні моделі мають лише дискурсивне застосування до складної цілісної діяльності [1].

Структурні моделі [2] відображають діяльність людини з погляду її ефективності і надійності. У визначеній мірі ці моделі являють собою узагальнення алгоритмічних для сукупності режимів роботи, виконуваних людиною-дешифрувальником задач, алгоритмів їхнього рішення, блоків і конкретних сенсорних, моторних і логічних операцій.

Узагальнений структурний метод поєднує сукупність методичних принципів, математичних моделей і методик для опису й оцінки ефективності, якості і надійності функціонування ПТК, як ергатичних систем чи окремих їхніх ланок, застосовуваних при дослідженні, проектуванні, створенні і функціонуванні систем. Узагальнений структурний метод (УСМ) володіє найбільшими можливостями по опису логіко-часової послідовності операцій, розвинутим математичним апаратом для оцінки надійнісних і часових характеристик [3].

Комплексний узагальнений структурний метод полягає в тому, що елементи планування і прийняття рішень моделюються за допомогою методу ситуаційного керування, а виконання – за допомогою УСМ. Він забезпечує представлення функціонування ергатичних систем у вигляді функціонально-семантичних мереж. Застосування методу ситуаційного керування дозволяє моделювати алгоритми діяльності дешифрувальника з прийняття рішень у різних ситуаціях [3].

Розглянуті вище методи ефективні при роботі з моделями діяльності, що відображають або конкретні види діяльності (спостереження й ін.), або її окремі кількісні характеристики (інтенсивність, надійність і т.д.), але не моделюють діяльність у цілому як складне явище, і в цьому розумінні усі вони часткові моделі діяльності. Подібна сукупність часткових моделей, щоб бути теоретично виправданою, повинна виводитися з ряду загальних положень, що утворять загальну абстрактну модель, яка характеризуватиме такі важливі риси діяльності, що моделюється, з яких можуть бути виведені всі інші конкретні властивості і кількісні характеристики цієї діяльності. Такими істотними загальнопсихологічними властивостями діяльності, з яких можна вивести всі інші її риси, є: свідомо цілеспрямованість, структурність і стохастичність. Але ці властивості недостатньо відображаються в розглянутих моделях.

Таким чином, розглянутим вище підходам до моделювання операторської діяльності відповідають, на наш погляд, наступні суттєві обмеження: відсутній опис процесу прийняття рішень дешифрувальником як розумового акта, реалізованого з метою усунення деякої конфліктної ситуації в умовах невизначеності початкової інформації про об'єкт дешифрування і шляхи її усунення; важко одержати достовірні дані про елементи діяльності людини в умовах невизначеності у конкретному ПТК, що проектується (дані по часових, точнісних і надійнісних характеристиках, що наводяться в довідниках та іншій спеціальній літературі, дуже неповні і неточні, оскільки залежать від великого числа факторів, обумовлених, у першу чергу, специфікою діяльності і технічних засобів, що її забезпечують); діяльність дешифрувальника – це цілісний процес із сильним взаємозв'язком етапів, різним рівнем їхньої інтеграції і диференціації (розбивка діяльності на етапи чи операції може мати тільки чисто умовний характер).

З наведеного вище можна зробити висновок про необхідність іншого підходу, достатньо загального для відображення всіх конкретних властивостей діяльності зі своїм математичним апаратом.

Таким підходом може бути застосування теорії графів, що використовується в різних напрямках, які підходять для вивчення діяльності, що охоплюють психологічні, технічні та ситуаційні компоненти цієї діяльності [4].

Апарат теорії графів і забезпечує єдність математичного опису, аналізу та синтезу складних систем різної природи одночасно з позицій і функціонального, і системного підходів, виступаючи як метаматематика для будь-яких математичних засобів моделювання складних систем. У цьому зв'язку представляється доцільним використовувати мову теорії графів для створення моделі діяльності, достатньо загальної для теорії і практики інженерної психології й ергономіки і яка припускає конкретизацію будь-якими математичними і фізичними засобами при розробці і дослідженні складних систем.

Якщо розглядати елементи діяльності як вершини деякого графа, а зв'язки між елементами – як дуги, що з'єднують вершини, то можна прийти до поняття абстрактного графа діяльності. Для визначення характеристик алгоритму доцільно використати правила його укрупнення [4].

Постановка задачі раціонального вибору алгоритмів діяльності дешифрувальника АКЗ.

Проектування діяльності дешифрувальника АКЗ містить у собі формальний чи неформальний опис послідовності дій дешифрувальника як оператора ПТК, виконання якого приводить до прийняття того чи іншого рішення в процесі його діяльності. Така послідовність дій визначається як "алгоритм прийняття рішення дешифрувальником". Такий алгоритм є типовим представником алгоритмічного процесу, тобто незалежно від операцій, що містяться в алгоритмі, він має початок і кінець, причому перехід алгоритму з початкового стану в кінцевий здійснюється за кінцеве число кроків. Алгоритм наділений властивостями дискретності, детермінованості, елементарності і закінченості кроків, спрямованості і масовості [4], [5].

Найважливішим етапом проектування діяльності дешифрувальника АКЗ є аналіз алгоритмів прийняття ним рішень. Для такого аналізу необхідно оцінювати надійність і якість алгоритмів. При цьому необхідно оцінювати їх імовірно – часові характеристики, а саме імовірність правильного прийняття рішення дешифрувальником P і час прийняття рішення T [5].

Іншим етапом проектування є вибір раціонального варіанта алгоритму. Завдання полягає у віднаходженні такого варіанта алгоритму, який би забезпечував необхідні рівні P - і T - показників оптимальним чином.

У реальних умовах показники надійності взаємопов'язані між собою. Тому створити алгоритм діяльності дешифрувальника, який би задовольняв умові максимальної безпомилковості при мінімальних витратах часу, практично неможливо [5].

У більшості випадків варіанти алгоритмів прийняття рішень дешифрувальником АКЗ не задовольняють вимогам технічного завдання через низьку оперативність. Звідси виникає задача поліпшення алгоритму таким чином, щоб досягти мінімального рівня витрат часу (T) на прийняття рішення при обмеженнях на ймовірність правильного прийняття рішення (P). Тобто задачу вибору необхідно сформулювати наступним чином.

Відомо набір варіантів алгоритмів діяльності дешифрувальника при прийнятті ним рішення.

Необхідно: 1) провести аналіз усіх запропонованих варіантів, тобто визначити їх імовірно-часові характеристики; 2) визначити такий варіант алгоритму, що забезпечує: $T \rightarrow \min$, при $P \geq P_{\text{прип}}$, де $P_{\text{прип}}$ – мінімально припустима імовірність правильного прийняття рішення дешифрувальником АКЗ.

Реалізація задачі. Для реалізації першого завдання необхідно аналізувати процес діяльності дешифрувальника. Аналізуючи роботу дешифрувальника, завжди можливо виділити деяку сукупність елементарних операцій, об'єднаних загальною метою. Таку сукупність прийнято називати частинною задачею. Така задача має більш високий порядок класифікації, ніж елементарна операція. Кінцевою метою діяльності дешифрувальника є прийняття рішення. Мета досягається поетапно, через розв'язання частинних задач. Тому можливо говорити не тільки про розв'язання окремої задачі, але й про алгоритм прийняття рішення дешифрувальника [6].

Представлення алгоритму діяльності у вигляді граф-схем має безумовну перевагу перед описаними вище методами, що разом з наочністю дозволяє проводити кількісний аналіз алгоритму.

При побудові граф-схем алгоритмів необхідно використовувати поняття теорії мереж [6]. Сукупність множин зв'язаних вершин і гілок графа разом з множиною направлених гілок утворює граф-схему алгоритму розв'язання задачі дешифрувальником.

Для аналізу алгоритмів з метою отримання ймовірно-часових характеристик пропонується використовувати їх укрупнення шляхом відповідних перетворень.

Використання правил перетворення графів дає можливість вирішувати широкий спектр задач аналізу і синтезу діяльності операторів складних систем. Тому для аналізу алгоритмів діяльності дешифрувальника АКЗ як оператора ПТК доцільно використовувати саме такий метод.

Для реалізації першого, поставленого нами завдання при постановці задачі проектування діяльності дешифрувальника необхідно розробити відповідну методику, використання якої дозволить визначити значення ймовірності P і часу T для початкового графа алгоритму.

У результаті обчислень за даною методикою проводиться прогнозування показників P і T на основі інформації про структуру алгоритму і ймовірнісно-часові характеристики елементів, що входять у нього, з якими дешифрувальник виконає задачу прийняття рішення, використовуючи даний алгоритм. Тобто початковими даними для роботи методики є ймовірнісно-часові характеристики виконання дешифрувальником окремих операцій, що входять до загального алгоритму роботи. При цьому необхідно розглянути випадок, коли такі початкові дані наявні (можуть бути визначені при користуванні відповідними довідниками, таблицями, технічними описами на ПТК або при проведенні експериментальних досліджень в реальних умовах діяльності дешифрувальника) та коли вони відсутні чи неповні.

У першому випадку ймовірнісно-часові характеристики алгоритму в цілому пропонується визначати на основі характеристик елементарних операцій шляхом укрупнення графа алгоритму за допомогою правил перетворення графів для шляхів без розгалужень (рис. 1, а) та з розгалуженнями контурів з одним (рис. 1, б) або з двома (рис. 1, в) виходами. При цьому в загальному вигляді типовий алгоритм прийняття рішення дешифрувальником АКЗ можливо представити, як показано на рис. 2.

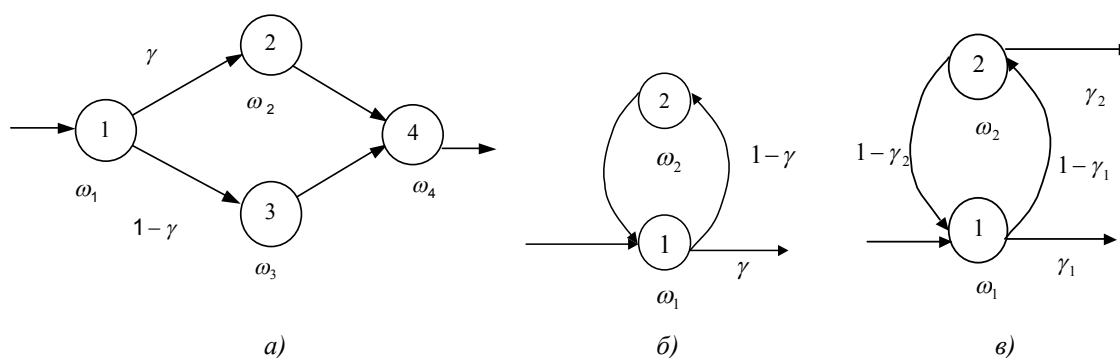


Рис. 1

Методику визначення ймовірнісно-часових характеристик алгоритму діяльності оператора для випадку наявності даних детально наведено в роботі [4], тому в даній роботі не розглядається. Відмітимо лише, що застосування такої методики у більшості випадків сполучено з експериментальними дослідженнями в реальних умовах діяльності дешифрувальника АКЗ.

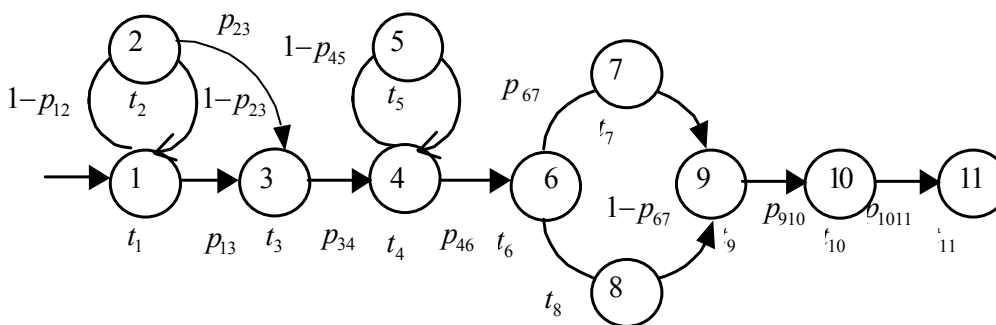


Рис. 2

Як правило, на етапі проектування ПТК такі експериментальні дослідження провести неможливо, тому в даній роботі велика увага приділяється саме випадку відсутності початкових даних при проектуванні алгоритмів роботи дешифрувальника АКЗ.

У цьому випадку єдиною доступною інформацією про початкові характеристики операцій алгоритму при проектуванні діяльності дешифрувальника АКЗ є експертна інформація, що отримана в процесі збору та обробки інформації від експертів-спеціалістів. Тобто, якщо початкові дані про характеристики операцій відсутні або неповні, їх необхідно визначати шляхом використання нечітких характеристик, отриманих на основі використання експертних знань. Застосування даного підходу дозволяє використати відомі імовірнісні моделі у випадку нечітких початкових даних [7].

У такому випадку гілки між вершинами імовірнісного графа зважені нечіткими ймовірнісно-часовими характеристиками переходів між ними, а сам граф представляється у вигляді нечіткого імовірнісного графа (НІГ) [5].

У загальному вигляді типовий алгоритм прийняття рішення дешифрувальником можливо представити, як показано на рис. 3.

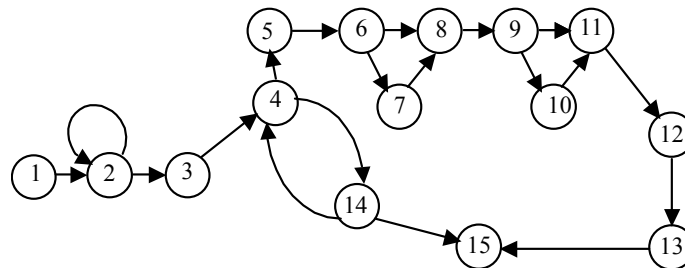


Рис. 3

Початкові дані для такого алгоритму можливо досить легко визначити за допомогою методики визначення нечітких початкових даних на етапі проектування системи для оцінки алгоритмів прийняття рішень її оператором на основі збору та обробки експертної інформації, наведеної в роботі [8]. Тому в даній роботі більшу увагу доцільно приділити саме методиці визначення характеристик для алгоритму прийняття рішень в цілому.

Сутність запропонованої в даній роботі методики є у визначенні значень ймовірності правильного прийняття рішення P та часу прийняття рішення T дешифрувальником АКЗ для початкового НІГ алгоритму роботи з допомогою його перетворення (укрупнення) в еквівалентний НІГ з однією дугою та двома вершинами – вхідною і кінцевою. Основними операціями такого перетворення є об'єднання послідовних дуг, об'єднання паралельних дуг та вилучення дуги-петлі [7].

У даній роботі для укрупнення пропонується вибрати алгоритм, що базується на представленні графа у вигляді стрічкової L -матриці, якою будемо називати матрицю розміром $4 \times N$, у якій кожний i -й рядок ототожнюється з дугою графа і має наступний вигляд:

$$l_i = \{x_i, y_i, \tilde{p}_i, \tilde{t}_i\},$$

де $i = \overline{1, n}$; x_i – номер вершини, з якої виходить i -а дуга; y_i – номер вершини, в яку входить i -а дуга; \tilde{p}_i, \tilde{t}_i – нечітка ймовірність (час) переходу з вершини x_i у вершину y_i ; n – кількість дуг імовірнісного графа.

Розглянемо роботу методики більш детально. Позначимо нечіткі характеристики переходу між i -ю та j -ю вершинами початкового НІГ алгоритму \tilde{p}_{ij} та \tilde{t}_{ij} відповідно. Тоді правила еквівалентного перетворення будуть мати наступний вигляд [7].

1. Об'єднання послідовних дуг (рис. 4):

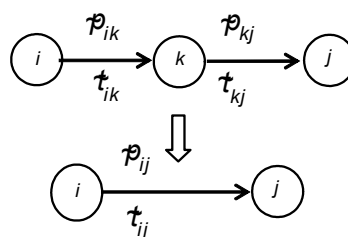


Рис. 4

Алгоритм буде містити у собі наступні кроки:

1. Виділяється множина дуг, що входять у вершину k :

$$A = \{a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{mk}\},$$

де $a_{ik} = \{i, k, \tilde{p}_{ik}, \tilde{t}_{ik}\}$ – рядок L -матриці, $i = \overline{1, m}$.

2. Виділяється множина дуг, що виходять з вершини k :

$$B = \{b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{kn}\},$$

де $b_{kj} = \{k, j, \tilde{p}_{kj}, \tilde{t}_{kj}\}$ – рядок L -матриці, $j = \overline{1, n}$.

3. Викреслюються з матриці рядки, що входять до множини A та B , і утворюється множина:

$$C = A \times B,$$

де кожний елемент – рядок матриці:

$$c_{ik} = \{i, j, \tilde{p}_{ij}, \tilde{t}_{ij}\}.$$

Значення імовірності та часу має вигляд:

$$\tilde{p}_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}_{ij\alpha}, \overline{p}_{ij\alpha}), \tag{1}$$

$$\tilde{t}_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}_{ij\alpha}, \overline{t}_{ij\alpha}), \tag{2}$$

де $\tilde{p}_{ij\alpha}, \tilde{t}_{ij\alpha} - \alpha$ -рівень нечітких величин $\tilde{p}_{ij}, \tilde{t}_{ij}$.

$$\underline{p}_{ij\alpha} = \underline{p}_{ik\alpha} \cdot \underline{p}_{kj\alpha}; \quad \overline{p}_{ij\alpha} = \overline{p}_{ik\alpha} \cdot \overline{p}_{kj\alpha}; \quad \underline{t}_{ij\alpha} = \underline{t}_{ik\alpha} + \underline{t}_{kj\alpha}; \quad \overline{t}_{ij\alpha} = \overline{t}_{ik\alpha} + \overline{t}_{kj\alpha}.$$

2. Об'єднання паралельних дуг (рис. 5).

Ознакою паралельних дуг є наявність у L -матриці рядків, у яких перші два елементи попарно рівні.

Алгоритм об'єднання має вигляд:

1. Виділяються рядки:

$$\{i, j, \tilde{p}'_{ij}, \tilde{t}'_{ij}\},$$

$$\{i, j, \tilde{p}''_{ij}, \tilde{t}''_{ij}\}.$$

2. Ці рядки замінюються одним еквівалентним рядком:

$$\{i, j, \tilde{p}_{ij}, \tilde{t}_{ij}\},$$

де $\tilde{p}_{ij}, \tilde{t}_{ij}$ визначаються за формулами:

$$\tilde{p}_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}_{ij\alpha}, \overline{p}_{ij\alpha}); \tag{3}$$

$$\tilde{t}_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}_{ij\alpha}, \overline{t}_{ij\alpha}), \tag{4}$$

де

$$\underline{p}_{ij\alpha} = \underline{p}'_{ij\alpha} + \underline{p}''_{ij\alpha}; \quad \overline{p}_{ij\alpha} = \min(1, \overline{p}'_{ij\alpha} + \overline{p}''_{ij\alpha}); \quad \underline{t}_{ij\alpha} = \frac{\rho_1 \underline{t}'_{ij\alpha} + \rho_2 \underline{t}''_{ij\alpha}}{\rho_1 + \rho_2}; \quad \overline{t}_{ij\alpha} = \frac{\rho_3 \overline{t}'_{ij\alpha} + \rho_4 \overline{t}''_{ij\alpha}}{\rho_3 + \rho_4};$$

$$\rho_1 = \begin{cases} \underline{p}'_{ij\alpha}, & \underline{t}'_{ij\alpha} \geq \underline{t}''_{ij\alpha} \\ \underline{p}''_{ij\alpha}, & \underline{t}'_{ij\alpha} < \underline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}; \quad \rho_2 = \begin{cases} \overline{p}'_{ij\alpha}, & \overline{t}'_{ij\alpha} \geq \overline{t}''_{ij\alpha} \\ \overline{p}''_{ij\alpha}, & \overline{t}'_{ij\alpha} < \overline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}; \quad \rho_3 = \begin{cases} \underline{p}'_{ij\alpha}, & \underline{t}'_{ij\alpha} \geq \underline{t}''_{ij\alpha} \\ \underline{p}''_{ij\alpha}, & \underline{t}'_{ij\alpha} < \underline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}; \quad \rho_4 = \begin{cases} \overline{p}'_{ij\alpha}, & \overline{t}'_{ij\alpha} \geq \overline{t}''_{ij\alpha} \\ \overline{p}''_{ij\alpha}, & \overline{t}'_{ij\alpha} < \overline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}.$$

3. Вилучення дуги-петлі (рис. 6).

Ознакою дуги-петлі при вершині $i \in$ рядок L -матриці, у якого перший та другий елементи рівні i .

Алгоритм вилучення має вигляд:

1. Виділяється рядок $a_{ii} = \{i, i, \tilde{p}_{ii}, \tilde{t}_{ii}\}$.

2. Виділяються рядки, що відповідають дугам, котрі виходять з вершини i :

$$a_{ij} = \{i, j, \tilde{p}_{ij}, \tilde{t}_{ij}\},$$

де $j = \overline{1, m}, j \neq i$.

3. Викреслюється з матриці рядок a_{ii} , і кожний рядок a_{ij} замінюється еквівалентним:

$$a'_{ij} = \{i, j, \tilde{p}'_{ij}, \tilde{t}'_{ij}\},$$

де $j = \overline{1, m}, j \neq i$.

У даному випадку

$$\tilde{p}'_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}'_{ij\alpha}, \overline{p}'_{ij\alpha}); \tag{5}$$

$$\tilde{t}'_{ij\alpha} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}'_{ij\alpha}, \overline{t}'_{ij\alpha}), \tag{6}$$

де

$$\underline{p'_{j\alpha}} = \frac{p_{ij\alpha}}{1 - \underline{p_{i\alpha}}}; \quad \overline{p'_{j\alpha}} = \min\left(1, \frac{\overline{p_{ij\alpha}}}{1 - \overline{p_{i\alpha}}}\right); \quad \underline{t'_{j\alpha}} = \underline{t_{j\alpha}} + \frac{t_{ij\alpha} \cdot \underline{p_{i\alpha}}}{1 - \underline{p_{i\alpha}}}; \quad \overline{t'_{j\alpha}} = \overline{t_{j\alpha}} + \frac{\overline{t_{ij\alpha}} \cdot \overline{p_{i\alpha}}}{1 - \overline{p_{i\alpha}}}.$$

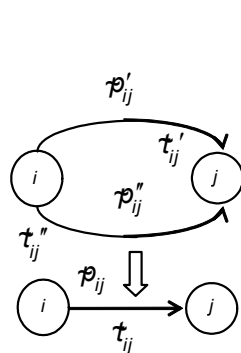


Рис. 5

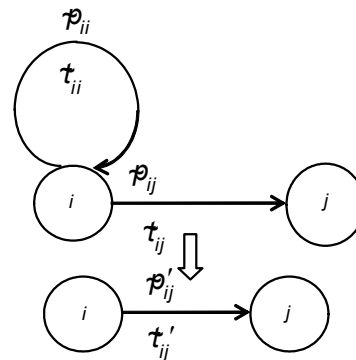


Рис. 6

Розглянемо процес укрупнення графа, зображеного на рис. 2.

Вагові коефіцієнти переходів між вершинами задані нечіткими числами, що отримані за допомогою методики визначення нечітких початкових даних, представленої в роботі [8].

Значення вагових коефіцієнтів представляються, як правило, у вигляді матриць суміжності вершин НІГ. У табл. 1 для прикладу представлено матрицю суміжності імовірностей переходів вершин НІГ.

Таблиця 1

Матриця суміжності імовірностей переходів вершин НІГ

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0.1	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.2	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9

Після представлення нечітких характеристик переходів між вершинами графа в α -рівневу описі $\mathcal{G} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{q}_\alpha, \overline{q}_\alpha)$ представимо початковий граф наступною L -матрицею:

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 2 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (6, 14)_0 \cup (9, 11)_1 \\ 2 & 3 & (0.85, 0.95)_0 \cup (0.88, 0.92)_1 & (16, 25)_0 \cup (19, 21)_1 \\ 2 & 2 & (0.05, 0.15)_0 \cup (0.08, 0.12)_1 & (42, 48)_0 \cup (44, 46)_1 \\ 3 & 4 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (20, 30)_0 \cup (24, 26)_1 \\ 4 & 5 & (0.15, 0.25)_0 \cup (0.18, 0.22)_1 & (75, 85)_0 \cup (79, 81)_1 \\ 4 & 14 & (0.75, 0.85)_0 \cup (0.78, 0.82)_1 & (35, 45)_0 \cup (39, 41)_1 \\ 5 & 6 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (6, 14)_0 \cup (9, 11)_1 \\ 6 & 7 & (0.6, 0.8)_0 \cup (0.68, 0.72)_1 & (11, 18)_0 \cup (14, 16)_1 \\ 6 & 8 & (0.2, 0.4)_0 \cup (0.28, 0.32)_1 & (55, 65)_0 \cup (59, 61)_1 \\ 7 & 8 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (55, 65)_0 \cup (59, 61)_1 \\ 8 & 9 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (6, 14)_0 \cup (9, 11)_1 \\ 9 & 10 & (0.7, 0.9)_0 \cup (0.78, 0.82)_1 & (12, 18)_0 \cup (14, 16)_1 \\ 10 & 11 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (30, 40)_0 \cup (34, 36)_1 \\ 9 & 11 & (0.15, 0.25)_0 \cup (0.19, 0.21)_1 & (60, 70)_0 \cup (64, 66)_1 \\ 11 & 12 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (55, 65)_0 \cup (59, 61)_1 \\ 12 & 13 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (45, 55)_0 \cup (49, 51)_1 \\ 13 & 15 & (0.95, 1.0)_0 \cup (0.99, 1.0)_1 & (20, 30)_0 \cup (24, 26)_1 \\ 14 & 4 & (0.05, 0.15)_0 \cup (0.08, 0.12)_1 & (6, 14)_0 \cup (9, 11)_1 \\ 14 & 15 & (0.85, 0.95)_0 \cup (0.88, 0.92)_1 & (6, 14)_0 \cup (9, 11)_1 \end{bmatrix}$$

Після застосування правил перетворення початкова L -матриця перетвориться в еквівалентну L -матрицю виду:

$$L = [1 \quad 15 \quad (0.912, 1.0)_0 \cup (0.957, 1.0)_1 \quad (112.38, 257.65)_0 \cup (169.03, 182.01)_1]$$

Таким чином, початковий НІГ перетворений до укрупненого вигляду (рис. 7), що має дві вершини і одну дугу, зважену еквівалентними нечіткими ймовірнісно-часовими вагами дуг:

$$\begin{aligned} \tilde{p}_{1,15} &= (0.912, 1.0)_0 \cup (0.957, 1.0)_1, \\ \tilde{t}_{1,15} &= (112.38, 257.65)_0 \cup (169.03, 182.01)_1. \end{aligned}$$

Отже, дешифрувальник АКЗ прийме рішення, використовуючи запропонований алгоритм, за час не більше 257 секунд та з достовірністю не менше 0.91.

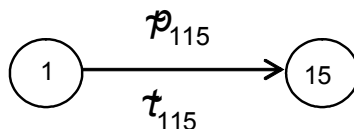


Рис. 7

Перейдемо далі до реалізації іншого завдання, що характерно при постановці задачі, тобто питання оптимального (раціонального) вибору алгоритму діяльності дешифрувальника.

Нехай є відомим варіант алгоритму, у якому кожен i -й оператор (A_i) може бути реалізований n_i різними способами.

Зміна параметрів – часу й імовірності правильного виконання операторів пов’язана з можливістю зміни інформаційної моделі процесу, рівня кваліфікації і т.д.

Суть оптимізації полягає у відсіканні безперспективних варіантів реалізації операторів, отриманих на кожному кроці укрупнення алгоритму. У процесі оптимізації пропонується використовувати досить очевидні правила.

Правило 1. Якщо A_1 і A_2 – два варіанти алгоритму A , причому імовірність правильного прийняття рішення $P_{A1} > P_{A2}$ і час $t_{A1} < t_{A2}$, то варіант A_2 не може обиратись як оптимальний.

У випадку з нечіткою початковою інформацією це правило набуває наступного вигляду.

Правило 2. Якщо A_1 і A_2 – два варіанти реалізації оператора A , причому нечіткі характеристики $\bar{p}_{A1\alpha} > \bar{p}_{A2\alpha}$ і $\bar{r}_{A1\alpha} < \bar{r}_{A2\alpha}$, то варіант A_2 не може входити в оптимальний алгоритм.

Таким чином, з урахуванням вищесказаного методика раціонального вибору алгоритму прийняття рішень дешифрувальником містить наступні етапи.

1. Розробка можливих алгоритмічних структур діяльності дешифрувальника АКЗ.

2. Визначення початкових даних про ймовірно-часові характеристики кожного варіанта реалізації оператора. Якщо такі дані відсутні або недостатні, вони визначаються за допомогою експертних знань згідно з методикою, представленою в роботі [8].

3. Відкидання безперспективних варіантів виконання операторів, що входять у деяку i -ту структуру за допомогою правила 1 або 2.

4. Шляхом послідовного укрупнення графа i -ї початкової структури алгоритму до еквівалентного графа, в залежності від виду початкової інформації, на основі використання формул перетворення графів для шляхів без розгалужень та з розгалуженнями контурів з одним або двома виходами [4] або виразів (1–6), відповідно, визначаються час реалізації $\bar{t}(A_i)$ алгоритму й імовірність правильного виконання алгоритму $p(A_i)$ для i -го варіанта структури.

5. Відкидаються варіанти реалізації процесу, для яких імовірність правильного виконання алгоритму менша припустимої:

$$p(A_i) < p_{\text{прип.}}$$

6. З варіантів, що залишилися, вибирається той, у якого час реалізації найменший:

$$\bar{t}(A_i) \rightarrow \min.$$

7. Обраний оптимальний варіант “розгортається” до рівня операторів і записується в оптимальний алгоритм.

Висновок. Таким чином, в роботі створено методику раціонального вибору алгоритмів прийняття рішення дешифрувальником АКЗ на етапах проектування складних програмно-технічних комплексів обробки інформації космічної розвідки. Практичне використання запропонованої методики дозволить вирішити проблему початкових даних і одержати досить ефективні алгоритми.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зараковський Г.М.* Психофизиологический анализ трудовой деятельности. – М.: Наука, 1966. – 114 с.
2. *Суходольский Г.В.* Структурно-алгоритмический анализ и синтез деятельности. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976, – 120 с.
3. *Губинский А.И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем. – Л.: Наука, 1982. – 270 с.
4. *Герасимов Б.М., Глуцкий В.И., Рабчун О.А.* Проектирование организационных структур: методы и алгоритмы. – К.: БФ "Миротворец", 2000. – 206 с.
5. *Ротштейн А.П., Штовба С.Д.* Нечёткая надёжность алгоритмических процессов. – Винница: Континент, 1997. – 142 с.
6. *Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В.* Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наукова думка, 1993. – 181 с.
7. *Герасимов Б.М., Кондратенко С.О.* Синтез алгоритму діяльності оператора при нечіткій початковій інформації // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 13. – С. 113–116.
8. *Бучик С.С., Герасимов Б.М., Пашковський В.В.* Методика обробки експертної інформації для оцінювання ефективності алгоритму діяльності оператора // Вісник ЖДТУ. – 2005. – № 2 (33) / Технічні науки. – С. 108–116.

БУЧИК Сергій Степанович – кандидат технічних наук, викладач Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи відображення інформації.

ДУБИНА Олександр Федорович – кандидат технічних наук, викладач Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– автоматизовані системи обробки знімків.

КОНДРАТЕНКО Сергій Олександрович – кандидат технічних наук, викладач Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи відображення інформації.

Подано 27.01.2006

Бучик С.С., Дубина О.Ф., Кондратенко С.О. Методика раціонального вибору алгоритмів діяльності при дешифруванні аерокосмічних зображень

Бучик С.С., Дубина О.Ф., Кондратенко С.О. Методика раціонального вибору алгоритмів діяльності при дешифруванні аерокосмічних зображень

Buchik S.S., Dubina A.F., Kondratenko S.A. The technique of a rational choice of algorithms acceptance of the decision on recognize the space images

УДК 681.3

Методика раціонального вибору алгоритмів діяльності при дешифруванні аерокосмічних зображень / С.С. Бучик, А.Ф. Дубина, С.А. Кондратенко // Вісник ЖДТУ. 200 . - № / Технічні науки. – С. : ил. 7. – Табл. 1. – Библиогр.: 8 назв.

Рассмотрена методика рационального выбора алгоритмов принятия решения дешифровщиком аэрокосмических изображений на этапах проектирования сложных программно-технических комплексов обработки информации космической разведки, которая позволит решить проблему исходных данных и получить достаточно эффективные алгоритмы.

УДК 681.3

The technique of a rational choice of algorithms acceptance of the decision on recognize the space images / S.S. Buchik, A.F. Dubina, S.A. Kondratenko // Вісник ЖДТУ. 200 . - № / Технічні науки. – Р. : ill. 7. – Table 1. – Refs.: 8 titles.

The technique of a rational choice of algorithms acceptance of the decision on recognize the space images on design stages of complex-technical complexes processing of the information space exploration is considered which will help to decide a problem of the initial data and to receive rather effective algorithms.