МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ГРУПОВИХ РІШЕНЬ

Анатолій Пєтух, Вікторія Войтко, Євгеній Кузьмін, Наталя Кузьміна

Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна.

Анотація

Розглянуто модель системи забезпечення групового вибору користувачів в інтерактивному середовищі прийняття групових рішень. Розроблено програмне забезпечення для дослідження та використання розглянутої системи в навчальному процесі.

Вступ

Системи підтримки прийняття групових рішень – це інтерактивні автоматизовані системи, які допомагають користувачам одночасно використовувати дані і моделі для ідентифікації та вирішення задач і прийняття колективного рішення [1].

Використання сучасних систем підтримки прийняття групових рішень дозволило виявити конфліктні ситуації, які виникають при одночасній роботі декількох користувачів за умов застосування методу переваги за більшістю голосів [2-4]. Тому актуальність даної теми забезпечується потребою в розробці нових та удосконаленні існуючих методів прийняття групових рішень, спрямованих на підвищення ефективності автоматизованих систем, зокрема, під час їх використання в навчальному процесі.

Метою роботи є підвищення ефективності та забезпечення безконфліктної працездатності автоматизованих систем підтримки прийняття групових рішень.

Об'єктом дослідження є процес прийняття групових рішень в системі колективної взаємодії.

Під предметом дослідження розуміємо перспективні методи реалізації групових рішень у інтерактивному середовищі підтримки колективного вибору.

Основними задачами роботи постають питання розробки моделі реалізації групового вибору в системі колективної взаємодії та дослідження режимів її роботи з метою виявлення можливостей появи конфліктних ситуацій.

1 Побудова моделі системи підтримки прийняття групових рішень

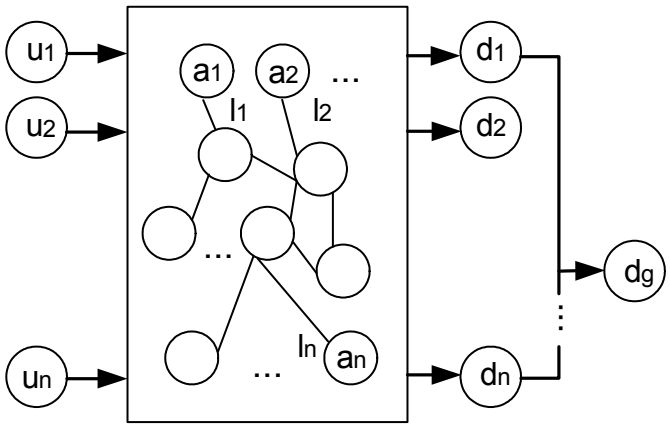
Система підтримки групових рішень забезпечує можливість реалізації групового вибору користувачів, який формується шляхом узгодження взаємовпливу вхідних параметрів на прийняття кінцевого комплексного рішення.

Визначимо вхідні параметри моделі такої системи:

$U = \{u_1, u_2, ..., u_n\}$ – множина користувачів, які приймають рішення;

$A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ – множина можливих альтернатив;

$L = \{l_1, l_2, ..., l_n\}$ – множина причинно-наслідкових зв'язків між альтернативами;



$T_u = \{t_{1u}, t_{2u}, ..., t_{nu}\}$ – час, затрачений користувачами на прийняття рішення;

$T_s = \{t_{1s}, t_{2s}, ..., t_{ns}\}$ – час, затрачений системою на реалізацію групового вибору у процесі прийняття рішення.

Вихідні параметри моделі системи отримуємо у вигляді множини прийнятих рішень $D_g = \{d_1, d_2, ..., d_n\}$.

Узагальнена модель системи подана на рис. 1.

Рис.1. Узагальнена модель системи підтримки прийняття групових рішень

Математичну модель такої системи можна подати у вигляді кортежу:

$$M_s = \{A_0, U, A, L, T_d, M, D_g, H, \Psi\},$$

де A_0 – головна мета роботи системи, спрямована на прийняття оптимального рішення в конкретний момент часу (оптимальність визначається часом прийняття рішення системою та користувачами і коефіцієнтом відповідності обраних альтернатив прийнятому рішенню системи); $U = \{u_1, u_2, ..., u_n\}$, $n = \overline{1, N_a}$ – множина користувачів, які приймають рішення; $A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$, $n = \overline{1, N_a}$ – множина можливих альтернатив; $L = \{l_1, l_2, ..., l_n\}$, $n = \overline{1, N_l}$ – множина причинно-наслідкових зв'язків між альтернативами; $T_d = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N_u} t_{uij} + \sum_{k=1}^{M} t_{sk}$ – загальний час роботи системи у процесі прийняття комплексного рішення, де $T_u = \{t_{1u}, t_{2u}, ..., t_{nu}\}$, $n = \overline{1, N_{tu}}$ – час, затрачений користувачами на прийняття рішення, а $T_s = \{t_{1s}, t_{2s}, ..., t_{ns}\}$, $n = \overline{1, M_{ts}}$ – час, затрачений системою на прийняття рішення; M – кількість ітерацій, необхідних для прийняття кінцевого комплексного рішення; $D_g = \{d_1, d_2, ..., d_n\}$, $n = \overline{1, N_d}$ – множина прийнятих рішень у визначені моменти часу T_d.

$H : U \times A \times L \to D$ – оператор моделювання, який характеризує відношення множини альтернатив до множини зв'язків.

Оператор оцінки показника ефективності Ψ співвідносить множину вихідних характеристик моделі D_g до множини значень коефіцієнта відповідності обраних альтернатив прийнятому рішенню системи.

$$\Psi = \begin{cases} \sigma = \sqrt{\frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} (k_i - \bar{k})^2} \to max, \\ T_d = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N_u} t_{uij} + \sum_{k=1}^{M} t_{sk} \to min \end{cases}, \text{ де}$$

σ – коефіцієнт відповідності обраних альтернатив, який розраховують за допомогою проміжних коефіцієнтів k_i:

$$k_i = \frac{N_V}{N_A}, \quad n = \overline{0,1}, \text{ де}$$

N_V – кількість прийнятих рішень, які відповідають найбільш ймовірним альтернативам;

N_A – загальна кількість альтернатив.

Коефіцієнт $\bar{k}$ знаходять як середнє арифметичне значень проміжних коефіцієнтів k_i:

$$\bar{k} = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} k_i .$$

2 Побудова Байєсової мережі для системи підтримки прийняття групових рішень

Для визначення відношення множини альтернатив до множини зв'язків $H : U \times A \times L \to D$ використовуються методи побудови та виводу Байєсових мереж.

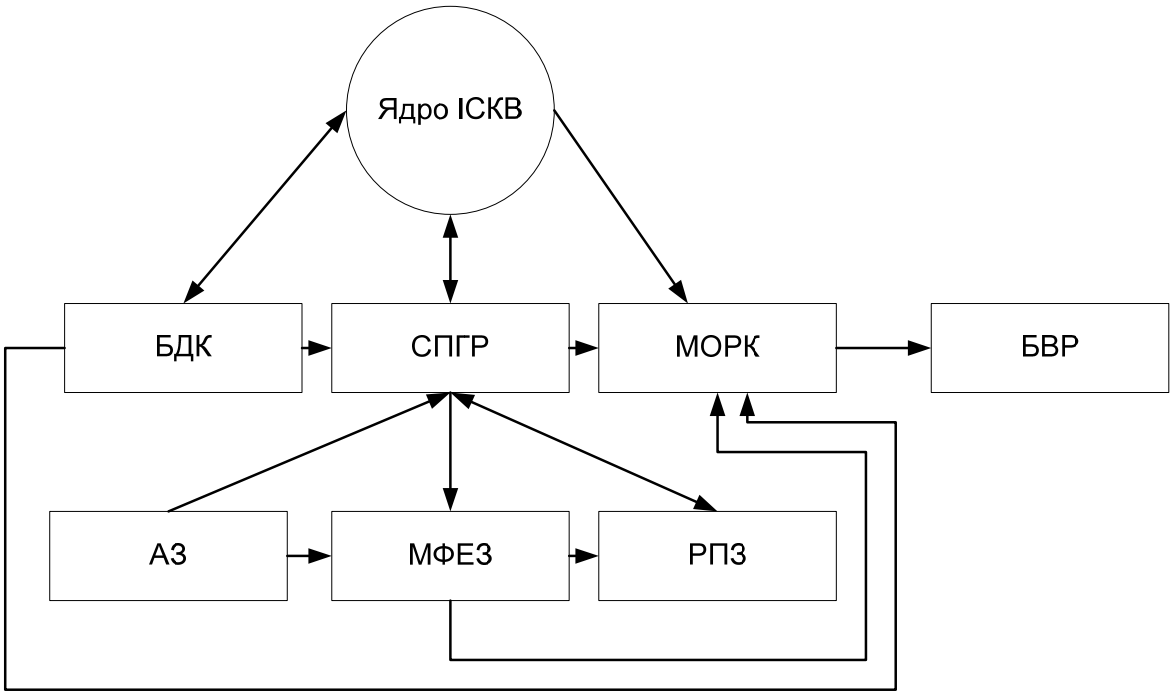
Байєсова мережа – це імовірнісна модель, що являє собою множину змінних та їх імовірнісних залежностей. Формально, Байєсова мережа подається у вигляді направленого ациклічного графа, вершини якого символізують змінні будь-яких типів (параметри, гіпотези), а ребра символізують умовні залежності між змінними [5].

У Байєсових мережах можуть органічно поєднуватися емпіричні частоти появи різних значень змінних, суб'єктивні оцінки очікувань і теоретичні уявлення про математичні ймовірності тих або інших наслідків з апріорної інформації. Це є важливою практичною перевагою і відрізняє Байєсові мережі від інших методик інформаційного моделювання [6].

Для дослідження моделі навчально-тестової системи підтримки прийняття групових рішень розроблено програмне забезпечення, орієнтоване під сучасні операційні системи (Windows XP, Vista). Розроблене програмне забезпечення реалізує підтримку прийняття групових рішень в навчально-тестовому середовищі колективної взаємодії користувачів у процесі створення навчальних програм, при моделюванні режимів роботи цифрових та аналогових схем у пакетах прикладних програм тощо.

Реалізація групового вибору здійснюється за допомогою двох режимів: прийняття рішень за перевагами більшості та прийняття рішень з використанням Байєсової мережі. Системна підтримка цих двох режимів дозволить провести більш детальне дослідження причин виникнення конфліктних ситуацій за умови формування групового вибору за перевагами більшості та забезпечить можливість їх усунення за допомогою режиму прийняття рішень з використання Байєсової мережі.

На рис. 2 подано модель інтерактивної навчально-тестової системи колективної взаємодії, яка дає змогу користувачам працювати з базовим традиційним програмним забезпеченням у режимі колективного навчання, формує набір елементарних завдань, реалізує модель підтримки прийняття групових рішень, забезпечує контроль за виконанням поставлених завдань користувачами системи та формує індивідуальну оцінку роботи користувачів у процесі колективного виконання завдань.



Р

ис.2. Модель роботи інтерактивної навчально-тестової системи колективної взаємодії у процесі прийняття групових рішень

Основу навчально-тестової системи колективної взаємодії складають ядро інтерактивної системи (ядро ІСКВ), яке здійснює формування та підтримку множини маркерів для роботи користувачів у колективному режимі; база даних користувачів (БДК); система підтримки групових рішень (СПГР); аналізатор завдань (АЗ); модуль формування елементарних завдань (МФЕЗ) для виконання їх користувачами в режимі колективної взаємодії при роботі з пакетами традиційного робочого програмного забезпечення (РПЗ); модуль оцінки роботи користувачів (МОРК), який реалізує методи оцінювання індивідуальної роботи в режимі колективної взаємодії при виконанні елементарних завдань та формує загальну оцінку роботи кожного користувача; блок виведення результатів роботи (БВР).

Розглянемо роботу системи підтримки прийняття групових рішень за умов виконання навчального завдання, спрямованого на проектування робочого коду програми в рамках вивчення дисциплін програмування.

На першому етапі роботи в режимі прийняття групових рішень з використанням Байєсової мережі за допомогою синтаксичного аналізатора проводиться аналіз коду навчальної програми. Навчальна програма розбивається на елементи. Синтаксичний аналіз дозволяє виявити ймовірності використання кожного елемента програми та зв'язки між елементами. Виявлені аналізатором ймовірності є початковими ймовірностями появи кожного елемента програми. На основі даних синтаксичного аналізатора будується Байєсова мережа ймовірності появи кожного з елементів програмного коду. Байєсова мережа використовується для перерахунку ймовірностей у побудованому дереві альтернатив та визначення зв'язків між ними.

На другому етапі обираються ті елементи програмного коду, ймовірність появи яких є найбільшою на даний момент часу. Найбільш ймовірні елементи виводяться користувачам у вигляді альтернатив вибору для побудови навчальної програми.

На третьому етапі роботи користувачі здійснюють свій вибір альтернативи. Система аналізує зроблений користувачами вибір.

На четвертому етапі відбувається перерахунок ймовірностей за допомогою функції впливу користувачів на ймовірність появи наступних альтернатив:

$$f\left(P\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right)\right) = N_A\left(1 - P\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right)\right) / N,$$

де N_A – кількість користувачів, що обрали дану альтернативу; N – загальна кількість користувачів; $P\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right)$ – ймовірність появи альтернативи A_i, враховуючи ймовірності появи її предків у Байєсовій мережі.

Ймовірність появи альтернативи A_i з урахуванням ймовірностей появи її предків обчислюємо за формулою:

$$P_j\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right) = P_{j-1}\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right) + f\left(P_{j-1}\left(A_i, A_{i-1}, A_{i-2}, ..., A_{i-n}\right)\right).$$

Після перерахунку ймовірностей користувачам для вибору пропонується масив альтернатив, ймовірності появи яких на даний момент часу є найбільшими. З кожною новою обраною користувачами альтернативою системно проводиться повторний розрахунок ймовірностей невикористаних альтернатив. Цей етап циклічно повторюється до моменту, коли усі альтернативи будуть обрані користувачами.

На останньому етапі роботи після колективного формування кінцевого коду навчальної програми системою аналізуються дії кожного користувача у процесі прийняття групових рішень, визначаються кількості правильно та неправильно обраних альтернатив на кожному етапі вибору та виводяться результати оцінювання роботи користувачів.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє підтримувати необмежену кількість пристроїв «миша». Кожна «миша» має свій унікальний апаратний ідентифікатор, що дозволяє вирішити питання розпізнавання користувачів. «Миші» користувача з правами адміністратора може бути присвоєно унікальний ідентифікатор для постійного і швидкого її розпізнавання системою.

Висновки

Запропоновано модель системи підтримки прийняття групових рішень на основі використання Байєсової мережі. Реалізація і дослідження розробленої моделі в середовищі інтерактивної навчально-тестової системи колективної взаємодії дозволяє знайти шляхи уникнення конфліктних ситуацій, що виникають при використанні методу вибору за більшістю переваг у випадках, коли однакова кількість користувачів, що здійснює вибір, надавала перевагу двом різним альтернативам. При використанні Байєсових мереж такий конфлікт вирішується, і рішення буде прийнято системою з урахуванням переваг користувачів. У подальшому планується дослідження системи та її аналіз за критеріями режимів роботи користувачів.

Література:

[1] Power D. J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues. Americas Conference on Information Systems, Long Beach, California, 2000.

[2] Пєтух А.М., Кузьмін Є.В. Аналіз групових комп'ютерних систем // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах - 2001. -№1. - С. 110-117.

[3] A.Petukh, Y.Kuzmin, D.Obidnyk, V.Vojtko System of collective interaction/ Збірник матеріалів четвертої міжнар. конф. „Інтернет, освіта, наука-2004". – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – с. 18-21.

[4] Пєтух А.М., Кузьмін Є.В. Система групового навчання на основі засобів колективного використання // Збірник матеріалів науково-методичної конференції "Проблеми гуманізму і освіти", Том 2 – Вінниця: УНІВЕРСАМ – Вінниця, 2002. - С. 14-16.

[5] An introduction to Bayesian Networks. Finn V. Jensen. Aalborg. University, Denmark. Springer, 1996. – 179 p

[6] Научная сессия МИФИ-2003. V Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2003»: Лекции по нейроинформатике. Часть 1. – М.: МИФИ, 2003. – 188 с.