

Н.М. ВАСИЛЬКІВ, Л.О. ДУБЧАК, І.В. ТУРЧЕНКО
Тернопільський національний економічний університет

НЕЧІТКА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ

Розроблено нечітку систему оцінювання якості функціонування інформаційної управляючої системи, входами якої є стан надійності технічного, програмного та інформаційного забезпечення, а виходом – рівень якості. Запропонований підхід можна з успіхом використовувати під час оцінювання якості функціонування інформаційної управляючої системи, не володіючи достатньо точною і чіткою інформацією про стан її забезпечувальної частини.

Ключові слова: інформаційна управляюча система, якість, надійність, відмова, нечітка логіка.

N.M. VASYLKIV, L.O. DUBCHAK, I.V. TURCHENKO
Ternopil National Economic University

FUZZY SYSTEM OF QUALITY EVALUATION OF THE INFORMATION CONTROL SYSTEM FUNCTIONING

The purpose of the research is evaluation of the influence of the information control system providing part on the quality of its functioning. In the process of the information control system functioning, the moment of failure of the hardware, software component or of information distortion is uncertain, therefore it is expedient to assess the system quality based on fuzzy logic method. The fuzzy system of estimating the influence of the providing part of the information control system on the quality of its functioning was developed, the inputs of which is the reliability state of the technical, software and information support, and the output is the level of the system's functioning quality. Fuzzy Logic Toolbox for MATLAB is used for fuzzy system building. The dependence model of output values on to the inputs is given by a Mamdani fuzzy knowledge base. The membership functions of the input variables should be given by a bell-shaped form. The membership functions of the developed fuzzy system output are given by the triangle form. The rules base of the proposed fuzzy system consists of 63 rules of type "if -then". The proposed fuzzy system makes it possible to simulate the situation regarding the effect of the providing part on the system's operation quality at any time of its operation, with the sudden change in the reliability of some kind of information control system support, as well as in considering and analyzing the prospects for the system improving. The proposed approach can be successfully used in assessing the impact of the reliability of the information control system providing part on the quality of its functioning, without having sufficiently accurate and exact information.

Keywords: information management system, quality, reliability, rejection, fuzzy logic.

Вступ

Сучасний етап розвитку інформаційних управляючих систем (ІУС) характеризується підвищеними вимогами до якості функціонування. Проте, не дивлячись на інтенсивний розвиток і впровадження сучасних технологій і методів, що застосовуються в ході створення інформаційних управляючих систем, в даній області залишаються ще не вирішені задачі. Підвищену увагу до проблем якості ІУС спричиняє важливість функцій, які виконуються системою і, як наслідок цього, зростають вимоги до надійності та якості їх виконання в реальних умовах експлуатації.

Вирішення проблеми забезпечення та підвищення якості інформаційних управляючих систем має багато напрямів. Одним із них є моніторинг факторів впливу на надійність ІУС, результати якого дають змогу виявити та врахувати недоліки проектування складових частин системи.

Іншим підходом може бути врахування зміни надійності найбільш впливаючих факторів в процесі експлуатації та, як наслідок, зміни рівня якості функціонування системи з метою оперативного втручання в роботу системи та прийняття рішень щодо втримання системи на заданому рівні якості функціонування. До переліку впливаючих факторів можливого погіршення функціонування системи, спричиненого її забезпечувальною частиною, рекомендується вносити технічну, програмну та інформаційну складові [1, 2].

Метою дослідження є оцінювання впливу забезпечувальної частини ІУС на якість її функціонування.

В процесі функціонування ІУС момент відмови технічної, програмної складової чи спотворення інформації є невизначеним, тому доцільним є оцінювання рівня якості системи на основі методу, що базується на нечіткій логіці [1, 2].

Виклад основного матеріалу

Для інформаційної управляючої системи, в умовах невизначеності рівня надійності її видів забезпечення, характерними є зміни якості її функціонування [1, 2]. Тому в ситуації ризику зниження якості функціонування ІУС в умовах невизначеності рівня надійності її окремих компонентів найбільш доцільним є застосування апарату нечіткої логіки, яка дає змогу управляти зовнішніми впливами на основі деяких ймовірних значень, приблизних критеріїв, нечітких прогнозів та їх взаємозалежностей [3, 4].

Загальна структура управління системою, що використовує нечітку логіку, показана на рис. 1 [3, 4].

Блок фазифікації перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта керування (в даному випадку ІУС), на нечіткі величини, описані лінгвістичними змінними у базі знань. Блок рішень використовує нечіткі умовні (if – then) правила, закладені у базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних на необхідні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер. Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень на чітку величину, яка використовується для контролю надійності

забезпечувальної частини та, відповідно, якості ІУС [3, 4].

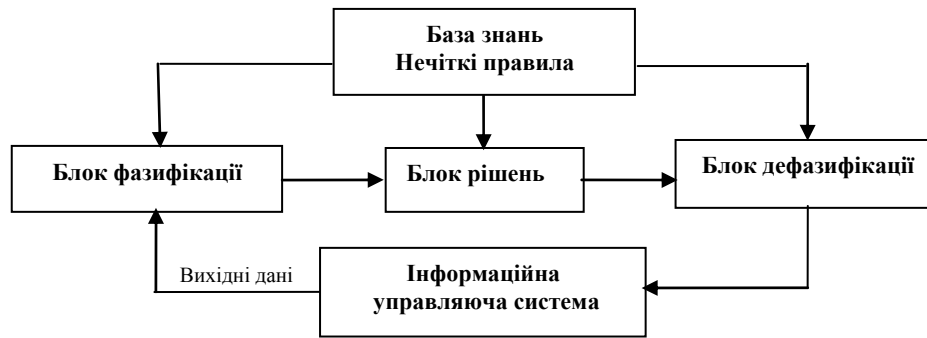


Рис. 1. Загальна структура нечіткого управління системою

Для побудови та перевірки правильності роботи нечіткої системи оцінювання впливу надійності забезпечувальної частини ІУС на якість її функціонування використовується засіб Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB. Передбачається, що модель залежності вихідних значень від вхідних задана нечіткою базою знань Мамдані [3, 5–9]. Нечіткі системи, що базуються на механізмі Мамдані, широко використовуються для досліджень в різних сферах [2, 6, 10, 11].

Загальна схема запропонованої нечіткої системи подана на рис. 2.

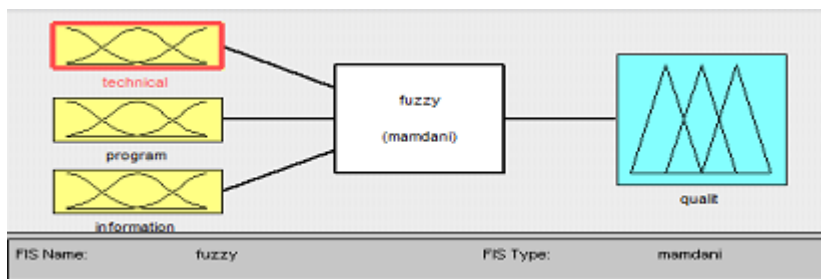


Рис. 2. Нечітка система, розроблена в середовищі MATLAB

Нечітка система розподілу якості функціонування ІУС на вхід отримує значення надійності технічного забезпечення (*technical*), програмного забезпечення (*program*), інформаційного забезпечення (*information*). Виходом нечіткої системи є якість функціонування системи (*quality*).

При розробці математичних моделей на базі нечіткої логіки одним із основних та важливих етапів моделювання є вибір методу побудови функцій належності, за допомогою яких формалізуються нечіткі терми.

Слід зазначити, що функції належності вхідних змінних доцільно задавати дзвоноподібною формою, що буде максимально точно їх описувати. Для задання функцій належності кожної змінної необхідно спочатку визначити їх інтервал значень.

Стан технічного забезпечення можна задати, наприклад, в діапазоні [0, 1], розділивши його на підмножини:

- безвідмовність (*trouble-free*) – [1; 0,5];
- відмова (*crash*) – [0,5; 1];
- збій (*refusal*) – [0,1; 0,9].

Задання функцій належності вхідної змінної *technical* засобами Membership Function Editor середовища MATLAB подано на рис. 3.

Аналогічно дзвоноподібним заданням будуються функції належностей інших вхідних змінних: *program* та *information*.

Вхідна змінна нечіткої системи *program* буде задаватися наступними нечіткими множинами:

- працездатне (*workable*) - [1; 0,5];
- дефект (*defect*) - [0,1; 0,9];
- відмова (*refusal*) - [0,5; 1].

Вхідну змінну *information* можна задати наступними нечіткими множинами:

- достовірні (*reliable*) - [1; 0,4];
- неповна (*incomplete*) - [0,1; 0,9];
- спотворена (*distorted*) - [0,6; 1].

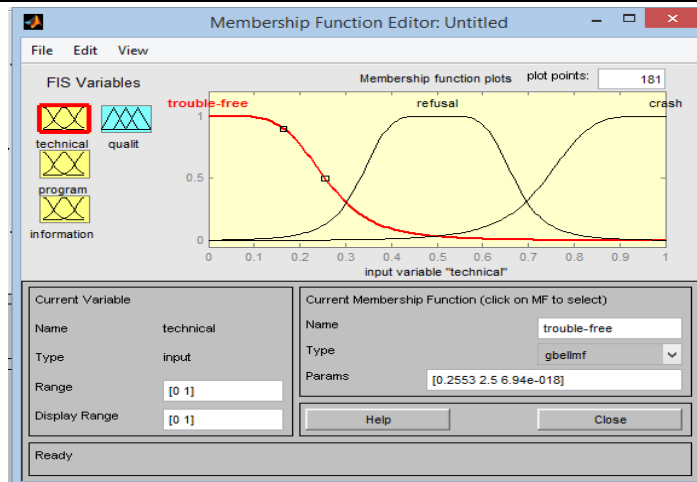


Рис. 3. Функції належності вхідної змінної *technical*

Функції належності виходу розробленої нечіткої системи задаються трикутною формою (рис. 4), що дасть можливість точнішого проведення дефазифікації.

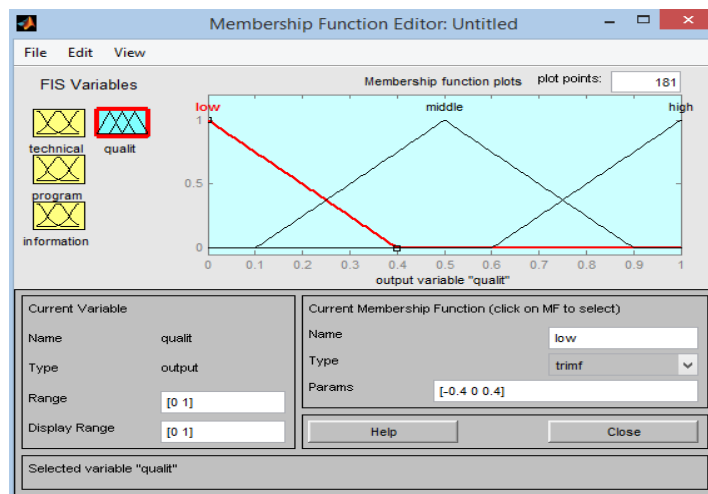


Рис. 4. Функції належності виходу *quality*

В даному випадку вихід нечіткої системи інтерпретує якість функціонування інформаційної управляючої системи. Нечітка множина *middle*, що задається на інтервалі $[0,1; 0,9]$, вказує на середнє значення якості, викликане зниженням рівня надійності технічного чи програмного забезпечення або неповнотою вхідної інформації. Якщо якість функціонування системи висока, то вихідна змінна нечіткої системи *quality* задається множиною *high*, що відображає інтервал значень $[0,6; 1]$. Якщо ж якість низька, то вихід розробленої нечіткої системи задається множиною *low* $[1; 0,4]$ (див. рис. 4).

Робота нечіткої системи залежить від бази правил. Оскільки кожна вхідна змінна задана чотирма функціями належності і враховуючи ситуацію, коли надійність технічного чи програмного забезпечення не задана комп'ютерною системою, то база правил складається з $R = 4 \cdot 4 \cdot 4 - 1 = 63$ правил типу «якщо - то». Випадок, коли не задані всі вхідні змінні, не може розглядатися, оскільки тоді нечітка система не може видати висновок щодо виходу. База правил будується відповідно до даних таблиці 1 (у таблиці 1 подано лише деякі із 63 можливих варіантів).

Таблиця 1

Відповідність вхідних та вихідної змінних розробленої нечіткої системи

Технічне забезпечення	Програмне забезпечення	Інформаційне забезпечення	Якість ІУС
безвідмовне	працездатне	достовірна	висока
...
безвідмовне	дефект	спотворена	низька
відмова	працездатне	достовірна	низька
...
збій	працездатне	неповна	середня
None	працездатне	достовірна	висока
безвідмовне	None	спотворена	низька

Наприклад, якщо технічне забезпечення приймає значення, що належить множині *безвідмовне*, програмне забезпечення є *працездатним*, а інформація поступила на вхід системи *спотворена*, то можна передбачити, що якість функціонування ІУС буде *низька*. Правило, що описує даний випадок, буде мати вигляд: *If (technical is trouble-free) and (program is workable) and (information is distorted) then (quality is low)*. Вікно формування бази правил засобу Rule Editor середовища MATLAB зображено на рис. 5.

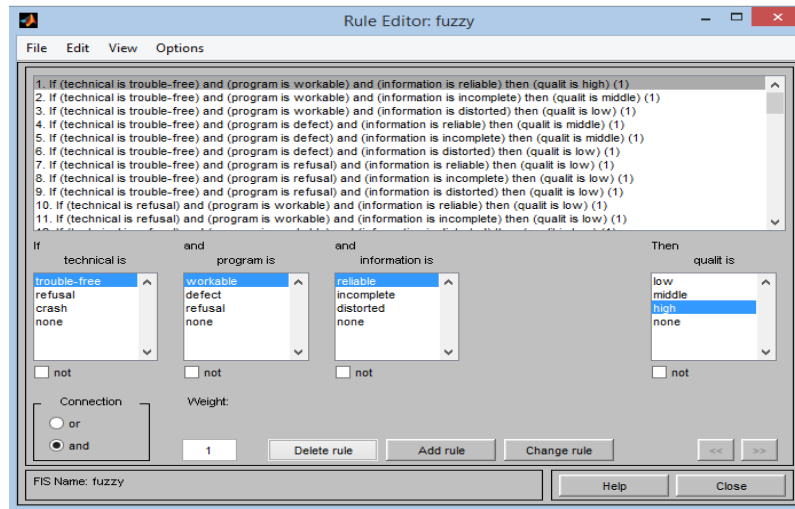


Рис. 5. Вікно формування бази правил

Для перевірки правильності роботи нечіткої системи оцінювання впливу забезпечувальної частини ІУС на якість її функціонування використовується програма перегляду правил системи нечіткого висновку (рис. 6).



Рис. 6. Вікно програми перегляду правил системи нечіткого висновку

За допомогою коду розробленої нечіткої системи оцінювання якості функціонування інформаційної управляючої системи можна змінювати значення функцій належності, а також самі входи і вихід запропонованої нечіткої системи, що дає змогу в режимі реального часу враховувати зміну впливаючих факторів.

Висновки

Побудована нечітка система дає змогу моделювати ситуацію щодо впливу забезпечувальної частини на якість функціонування системи в будь-який момент її експлуатації, при раптовій зміні надійності якогось виду забезпечення ІУС, а також при розгляді та аналізі перспективи вдосконалення системи. Запропонований метод дасть змогу управлінському персоналу, не володіючи достатньо точною і чіткою інформацією, оцінити вплив надійності забезпечувальної частини ІУС на якість її функціонування за допомогою нечіткого оцінювання.

Література

1. Васильків Н. М. Фактори впливу на надійність функціонування інформаційних управляючих систем / Н. М. Васильків Н.М., І. В. Турченко, Н. Й. Веретик // Сучасні комп'ютерні інформаційні

технології (АСІТ'2016) : VI Всеукраїнська школа-семинар молодих вчених і студентів, 20-21 травня 2016 р. : матеріали. – Тернопіль, 2016. – С. 98-99.

2. Васильків Н. М. Метод нечіткого оцінювання впливу персоналу на якість функціонування інформаційної системи / Н. М. Васильків, В. П. Казімірчук // Осінні наукові читання : VII міжнародна конференція, 31 жовтня, 2018 р. : збірник статей. – К. : Центр наукових публікацій, 2018. – С. 101–104.

3. Штовба С. Д. Обеспечение точности и прозрачности нечеткой модели Мамдани при обучении по экспериментальным данным / С. Д. Штовба // Проблемы управления и информатики. – 2007. – № 4. – С. 102–114.

4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. – М. : Телеком, 2006. – 382 с.

5. Dubchak L. Fuzzy Data Processing Method / L. Dubchak, N. Vasykiv, V. Kochan, A. Lyapandra // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2013): 7th IEEE International Conf., 12–14 September 2013: Proceedings. – Berlin, Germany, 2013. – P. 373–375.

6. Дубчак Л. О. Засіб розподілу доступу до інформаційних ресурсів комп'ютерної системи / Л. О. Дубчак // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2015. – № 3 (225). – С. 160–164.

7. Dubchak L. Improved Algorithm for Fuzzy Data Processing / L. Dubchak, N. Vasykiv, V. Kochan // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2014): International Conf., February 25 - March 1, 2014: Proceedings. – Lviv-Slavske, Ukraine, 2014. – P. 668.

8. Дубчак Л. О. Метод обробки нечітких даних на основі механізму Мамдани / Л. О. Дубчак // Системи обробки інформації. – 2012. – № 7(105). – С. 131–134.

9. Дубчак Л. О. Средство ускоренной обработки нечетких данных на основе механизма Мамдани / Л. О. Дубчак, В. В. Кочан, Н. М. Васильків // Вестник Брестского государственного технического университета. Физика, математика, информатика. – 2016. – № 5(101). – С. 23–26.

10. Васильків Н. М. Нечітка система розподілу завдань для тестування студентів / Н. М. Васильків, Л. О. Дубчак, Т. В. Лендюк, І. В. Турченко // Вісник Чернівецького національного університету ім. Федьковича. Комп'ютерні системи та компоненти. – 2016. – Т. 7. – С. 20–24.

11. Vasykiv N. Tasks Distribution for Students Testing Based on Fuzzy Logic / N. Vasykiv, L. Dubchak, T. Lendyuk, I. Turchenko, I. Shylinska, M. Aleksander // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2017): 9th IEEE International Conf., 21–23 September 2017: Proceedings. – Bucharest, Romania, 2017. – Vol. 1. – P. 26–29.

References

1. Vasykiv N. M. Faktory vplyvu na nadiinist funktsionuvannya informatsiinykh upravliaiuchykh system / N. M. Vasykiv N.M., I. V. Turchenko, N. Y. Veretyk // Suchasni kompiuterni informatsiini tekhnologii (ASIT2016) : VI Vseukrainska shkola-seminar molodykh vchenykh i studentiv, 20-21 travnia 2016 r. : materialy. – Ternopil, 2016. – S. 98-99.

2. Vasykiv N. M. Metod nechitkoho otsiniuvannya vplyvu personalu na yakist funktsionuvannya informatsiinoi systemy / N. M. Vasykiv, V. P. Kazimirchuk // Osinni naukovyi chytannia : VII mizhnarodna konferentsiia, 31 zhovtnia, 2018 r. : zbirnyk statei. – K. : Tsentr naukovykh publikatsii, 2018. – S. 101–104.

3. Shtovba S. D. Obespechenie tochnosti i prozrachnosti nechetkoj modeli Mamdani pri obuchenii po eksperimentalnym dannym / S. D. Shtovba // Problemy upravleniya i informatiki. – 2007. – № 4. – S. 102–114.

4. Rutkovskaya D. Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy / Rutkovskaya D., Pilinskij M., Rutkovskij L. – M. : Telekom, 2006. – 382 s.

5. Dubchak L. Fuzzy Data Processing Method / L. Dubchak, N. Vasykiv, V. Kochan, A. Lyapandra // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS2013): 7th IEEE International Conf., 12–14 September 2013: Proceedings. – Berlin, Germany, 2013. – R. 373–375.

6. Dubchak L. O. Zasib rozpodilu dostupu do informatsiinykh resursiv kompiuternoї systemy / L. O. Dubchak // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky. – 2015. – № 3 (225). – S. 160–164.

7. Dubchak L. Improved Algorithm for Fuzzy Data Processing / L. Dubchak, N. Vasykiv, V. Kochan // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET2014): International Conf., February 25 - March 1, 2014: Proceedings. – Lviv-Slavske, Ukraine, 2014. – P. 668.

8. Dubchak L. O. Metod obrobky nechitkykh danykh na osnovi mekhanizmu Mamdani / L. O. Dubchak // Systemy obrobky informatsii. – 2012. – № 7(105). – S. 131–134.

9. Dubchak L. O. Sredstvo uskorennoi obrabotky nechetykh dannyykh na osnove mekhanizma Mamdany / L. O. Dubchak, V. V. Kochan, N. M. Vasylykiv // Vestnyk Brestskoho hosudarstvennoho tekhnicheskoho unyversyteta. Fyzyka, matematyka, ynformatyka. – 2016. – № 5(101). – S. 23–26.

10. Vasykiv N. M. Nechitka systema rozpodilu zavdan dlia testuvannya studentiv / N. M. Vasykiv, L. O. Dubchak, T. V. Lendyuk, I. V. Turchenko // Visnyk Chernivetskoho natsionalnoho unyversytetu im. Fedkovycha. Kompiuterni systemy ta komponenty. – 2016. – T. 7. – S. 20–24.

11. Vasykiv N. Tasks Distribution for Students Testing Based on Fuzzy Logic / N. Vasykiv, L. Dubchak, T. Lendyuk, I. Turchenko, I. Shylinska, M. Aleksander // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS2017): 9th IEEE International Conf., 21–23 September 2017: Proceedings. – Bucharest, Romania, 2017. – Vol. 1. – R. 26–29.

Рецензія/Peer review : 13.6.2019 р.

Надрукована/Printed : 18.7.2019 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Саченко А.О.