

2.4 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Тімофєєв В.О., Данильченко В.В., Кирий В.В.

The main tendencies of development of software quality testing systems are outlined and the directions of improvement of such systems are determined.

Вступ. Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем (ІС) та технологій спрямовані на підвищення ефективності їх експлуатації за рахунок інтеграції та забезпечення активної взаємодії різних систем в інформаційному просторі об'єкту управління.

Як правило, ІС підтримують основні бізнес процеси об'єкту управління та містять дані, що необхідні для його функціонування. Ефективність бізнес-процесів багато в чому залежить від якості та актуальності фактографічних даних (даних про предметну область) або функціонуванню мережевих протоколів ІС.

Для більшості ІС характерно супровід основних бізнес-процесів документацій. Внаслідок цього документи є одним з основних джерел передачі даних. Автоматизація тестування протоколів та обробки документів, дослідження та актуалізація даних в ІС дозволить значно знизити обсяг роботи обробки документів та підтримки бази даних ІС в актуальному стані, підвищити ефективність впровадження та, в кінцевому рахунку, ефективність функціонування соціально-економічних системи.

Модуль передачі даних є однією з ключових складових інформаційної мережі в цілому. Помилки під час передачі інформації здійснюють критичний вплив на працездатність ІС в цілому. Модулі передачі даних в ІС по суті своїй є комп'ютерною або корпоративною мережею. Безперервна та надійна передача даних в ІС залежить від цілої низки факторів. Наприклад: справність обладнання; правильне налаштування мережі; працездатність мережевих протоколів.

У даній роботі мережевим протоколам буде приділено особливу увагу.

Активна розробка мережевих протоколів нового покоління в останній час приводить до гострої необхідності тестування нових(розроблюваних) протоколів, на відповідність технічним специфікаціям та можливість їх коректної взаємодії між собою та з попередніми розробленими та діючими в наш час протоколами. Вирішення даних питань набуває особливої актуальності у зв'язку з переходом на нове покоління мережевих протоколів стека TCP/IP версії 6 [1].

В літературі [2] пропонуються різноманітні шляхи вирішення цього питання:

1. Підготовка тестів експертами – спеціалістами в області мережевих технологій.
2. Розробка ручного методу складання тестів.
3. Створення спеціалізованої автоматизованої системи генерації тестових послідовностей [2].

В [3] розглядаються принципи подання та обробки знань в сучасних системах штучного інтелекту та підтримку прийняття рішень. Більш детально проблеми розробки експертних систем і програмування розкриті в [4].

Слід відмітити, що в літературі експертні системи розглядаються в комплексі з базами знань як моделі поведінки експертів в певній галузі знань з використанням процедур логічного виводу та прийняття рішень, а бази знань – як сукупність фактів та правил логічного виводу в обраній предметній області діяльності[4, 5].

В [6] відмічається й те, що для того, щоб забезпечити стислі терміни виводу програмних рішень на ринок, необхідно провести тестування на якомога більш ранній стадії життєвого циклу розробки програмного забезпечення. Цей же факт цілком закономірний і для розробки нових мережевих протоколів. Тобто, задача тестування мережевих протоколів на стадії їх розробки є доволі актуальною. Її сенс полягає у необхідності автоматизації процесу перевірки практичною реалізацією протоколу його задекларованої специфікації конформності.

Така можливість з'являється при проведенні експертного тестування. Засноване на цілому ряді дій, які в свою чергу націлені на управління якістю інформаційної системи (в нашому випадку, інформаційної розподіленої мережі), а також її функціональними можливостями та ресурсами. Тестування може проходити на самих ранніх стадіях розробки програмного продукту в тому числі. Проведення експертного тестування дозволяє знайти дефекти, гарантуючи при цьому відповідність функціональних можливостей системи заявленим вимогам. В той же час, така процедура дозволяє скоротити витрати на вдосконалення інформаційних систем, а також провести аналіз потенційних загроз, які пов'язані з виробництвом продукту недостатньої якості.

Проведення експертного тестування дозволяє також здійснити оптимізацію витрат на досягнення необхідного рівня якості продукту, що розробляється, а також усунення виявлених дефектів інформаційної системи вже на ранніх етапах її розробки.

Саме ця особливість експертного тестування цікавить проектувальників та розробників мережевих протоколів.

Інша можливість виходить з підготовки тестів експертами-професіоналами в області мережевих технологій [7, 8]. Цю можливість ми не будемо розглядати, оскільки дане рішення є частковим і не надає можливості його використання в широкій практиці проектування мережевих протоколів так як, передусім, воно потребує наявності висококваліфікованих та досвідчених експертів, які повинні тісно співпрацювати з розробниками протоколів, що достатньо серйозно обмежує можливість на застосування даного методу на практиці.

Ще одним із способів реалізації поставленої задачі включає розробку системи тестування мережевих протоколів як компоненту ІС. Тому метою даної роботи є створення спеціалізованої автоматизованої системи генерації тестових послідовностей для тестування мережевих протоколів.

Виклад основного матеріалу Опис моделей автоматів може здійснюватись у вигляді графа, вершини якого відповідають стійким станом автомату, а переходи з одного стійкого стану в інше здійснюються під впливом вхідних сигналів. В нашому випадку вхідні слова будемо позначати символами x_i , а вихідні – символами y_j .

Модель Мили:

$$\begin{cases} a(t+1) = f\{a(t), x(t)\}, \\ y(t) = \psi\{a(t), x(t)\}. \end{cases} \quad (1)$$

Модель Мура:

$$\begin{cases} a(t+1) = f\{a(t), x(t)\}, \\ y(t) = \psi\{a(t)\}. \end{cases} \quad (2)$$

У автоматі Мура вхідні слова відповідають переходам автомату, а вихідні слова прописуються стійким станам, тобто певним вузлам графа. Відмітимо, що область використання даної моделі з метою побудови тестів мережевих протоколів є вельми обмеженою і представляє тільки теоретичний інтерес.

Враховуючи вищесказане, перейдемо до аналізу моделі Мілі з точки зору її використання в області діагностики, яка нас цікавить. Характерною особливістю моделі Мілі є те, що вихідні слова відповідають переходам автомату з одного стійкого стану в

інший. Цим же дугам приписують відповідні вступні слова (рис. 1.1).

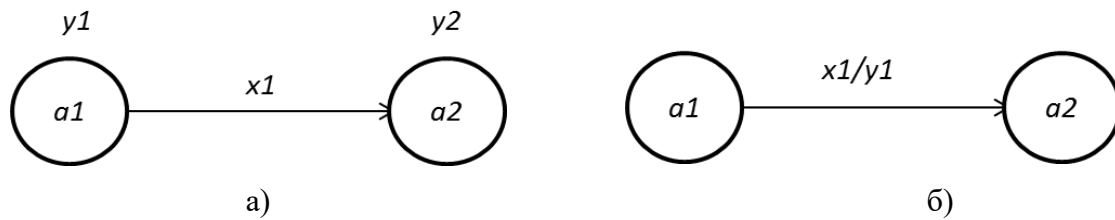


Рисунок 1 – Загальний вигляд графічної моделі а) Мура і б) Мілі

Підкреслимо ще раз, що структура FSM-моделей автоматів говорить нам про те, що поведінка мережевих протоколів найбільш повно та адекватно характеризує модель автомату Мілі. В подальшому ми будемо постійно звертатися до цього типу моделей, якщо не буде зазначене інше.

Поряд з графічним методом представлення FSM – автомату в практичній діяльності частіше за все застосовується таблична форма, оскільки вона є ближчою до машинного вигляду. Інакше кажучи, оскільки графік в його початковому вигляді не може бути заданий для вводу в ЕОМ, на практиці він повинен бути представлений в зрозумілій для машини формі: у вигляді матриці або у вигляді таблиці переходів. Друга форма представлення вважається більш наглядною, оскільки матриця має більш громіздкий вигляд і в кінцевому вигляді буде представлена у вигляді таблиці для вводу в ЕОМ.

Таблиця переходів для автомату Мілі має такий вигляд:

a(t)	x(t)	a(t+1)	y(t)
a_i	x_k	a_j	y_z
...

Рисунок 2 – Таблиця переходів автомату Мілі

Стовпчик a(t) представляє поточний попередній стан автомата, а (t + 1) – поточний майбутній стан. У стовпчику x(t) записуються умови переходу зі стану a(t) в стан a(t+1). При цьому на переході виробляється вихідне слово(вплив) y(t). Іншими словами, в даному випадку, мова йде про функцію переходів з одного стану в інший (f) та про функцію виходів автомату (ψ).

Слід також сказати, що відсутність умови переходу в таблиці позначається символом «1», а при відсутності вихідного сигналу ставиться прочерк. Крім того, в

загальному випадку, може існувати одночасно декілька переходів зі стану a_i у стан a_j під впливом різних вхідних умов. В цьому випадку мова йде про логічне множення (кон'юнкцію) даних умов. На підставі таблиці переходів автомату будується система булевих рівнянь у диз'юнктивній нормальній формі (ДНФ). Подібним способом можна побудувати таблицю переходів автомату Мура. Однак, в такому випадку система булевих рівнянь буде представлена в кон'юнктивній нормальній формі (КНФ).

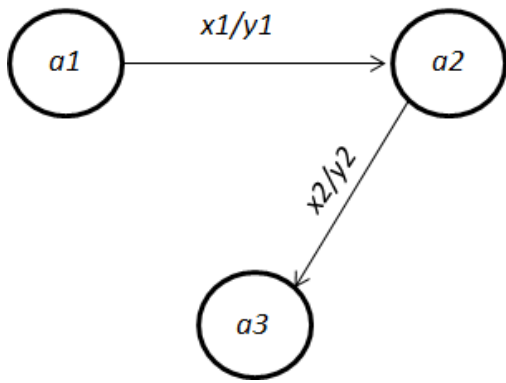
Протокол команд на перевірку може бути представлений у вигляді графіку потоку керуючих команд або у вигляді графіку потоку даних між вхідними параметрами та вихідними перемінними контексту. Як і було сказано вище, ми будемо розглядати модель Мілі у якості робочої моделі мережевих протоколів. На основі цієї моделі проведемо класифікацію помилок у кінцевому автоматі. Виділимо наступні види помилок:

1. Помилка виходу автомату.
2. Помилка переходу.
3. Помилка стану.

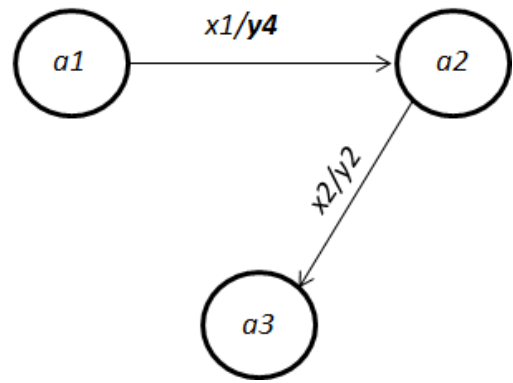
Помилка на виході автомату має місце бути у випадку, коли отриманий вихідний сигнал не співпадає з очікуваним. При цьому перехід автомату з одного стану в інший є правильним.

Помилка переходу має місце бути, коли автомат під впливом правильно заданого вхідного слова переходить в деякий не передбачений алгоритмом стан. І в кінці, під помилкою стану ми будемо розуміти той випадок, коли множина стану автомату $A = \{a_0, a_1, \dots, a_n\}$ не співпадає з множиною, заданою специфікацією.

Відмітимо, що на практиці у більшості випадків в автоматах можливі різноманітні поєднання помилок, як це показано на рисунку 2. На даному прикладі у результаті непередбачуваних збоїв у функціонуванні автомата сталося наступне: замість запланованих переходів з'явилося два нових. Зі стану $a1$ під впливом вхідного слова $x1$ автомат перейшов у стан $a3$ замість стану $a2$. При цьому було вироблено вихідне слово $y5$, а потім зі стану $a3$ під впливом вхідного слова $x2$ автомат перейшов у стан $a2$ та виробив при цьому незаплановане вихідне слово $y4$. Оскільки стан $a2$ є одним із стійких станів автомату, то подальше функціонування автомату може піти хибним шляхом.

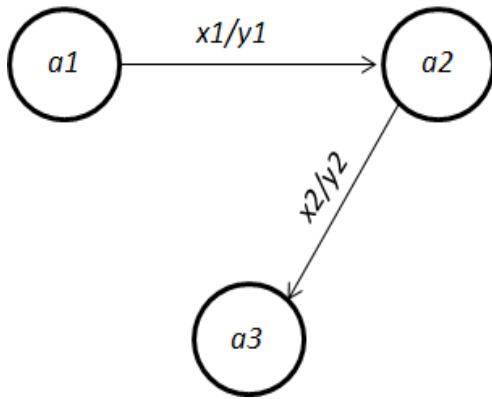


без помилки

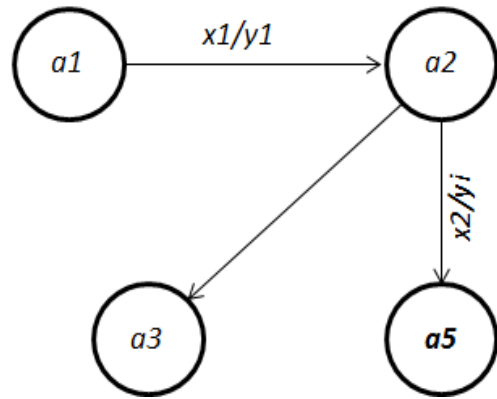


з помилкою виходу

а)

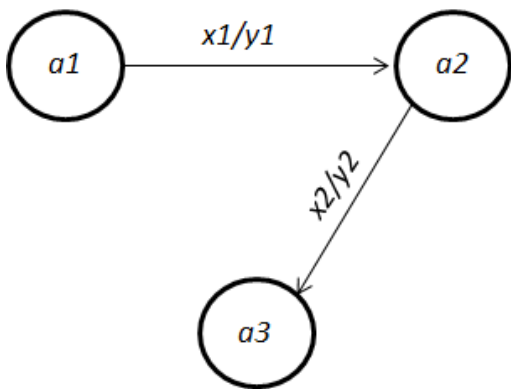


без помилки

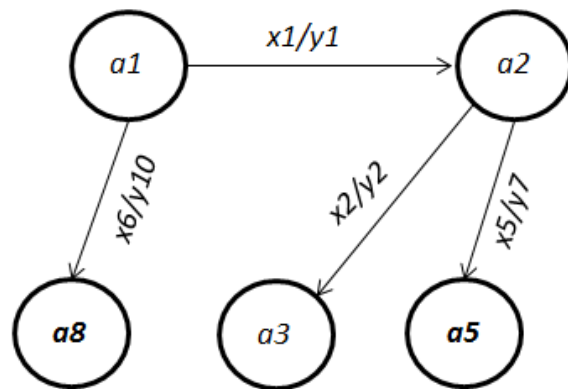


з помилкою переходу

б)



без помилки



з помилкою стану

в)

Рисунок 2 – Класифікація помилок

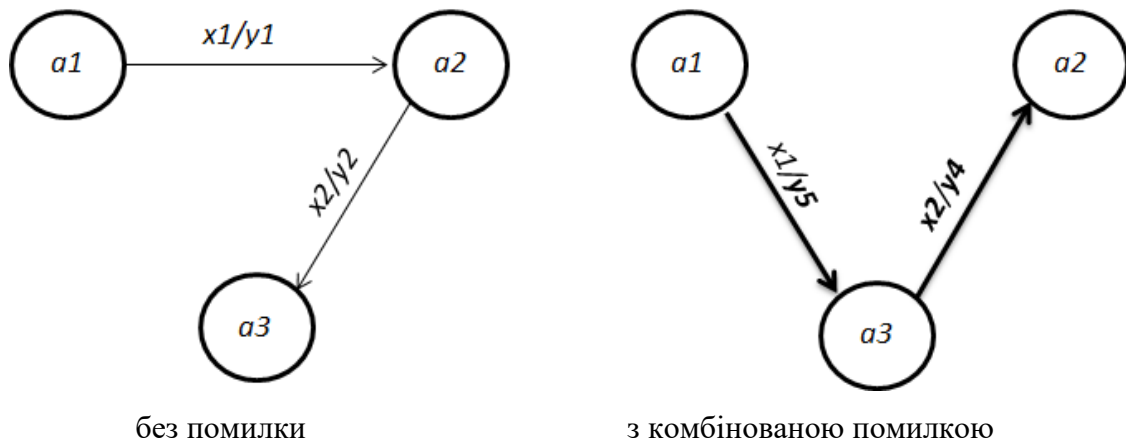


Рисунок 3 – Приклад комбінованої помилки

Висновки. Проведені дослідження однозначно свідчать на користь використання методу автоматичних моделей для побудови адекватної моделі мережевого протоколу, яка в подальшому може бути використана у тестуванні інформаційної системи на предмет наявності помилок передачі даних. Особливу цікавість представляє собою можливість використання розроблених моделей для перевірки конформності програмної реалізації мережевих протоколів їх задекларованої специфікації.

Серед основних переваг використання автоматичних моделей відмітимо наступні:

- а) простоту переходу із заданої специфікації протоколу до його автоматної моделі, оскільки завдання та специфікація, в тому числі і автоматної моделі Мілі мають схожі принципи представлення;
- б) не менш важливою перевагою автоматичного моделювання є детальне опрацювання класичної теорії кінцевих автоматів, що дозволяє широко використовувати напрацювання цієї теорії для вирішення задач побудови та обробки отриманої моделі;
- в) великий інтерес представляє собою також можливість апаратної реалізації моделі розроблених мережевих протоколів поруч з використанням їх програмної моделі. Завдяки автоматному підходу до моделювання протоколів, що пропонується, можна легко перейти до аналітичної форми завдання моделі до апаратної реалізації. Як відомо, апаратна реалізація автоматів має ряд переваг, такі як висока швидкість та надійність функціонування.

Література

1. Schaff A. Test of the new generation internet protocols IPv6 [Текст] / A. Schaff. V. Nemchenko // Журн. Радиоэлектроника и информатика. – 2001. №12. – С. 87-89.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование [Текст] : пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1152 с.
3. Chaly D.Ju. An extensible coloured petri net model of a transport protocol for packet switched networks [Текст] / D. Ju. Chaly, V. A. Sokolov. Ed. V. Malyshkin // Proc. of PaCT'2003. Lecture Notes in Computer Science – Springer-Verlag, 2003.
4. Petrenko A. On fault coverage of tests for finite state specifications [Текст] / A. Petrenko, G. Bochmann, M. Yao // Computer Networks and ISDN Systems, # 29 (1), 1996. – P. 81-106.
5. Grabowski J. On the Design of the new Testing Language TTCN-3 [Текст] / J. Grabowski, H. Ural, R.L. Probert, G. von Bochmann // Testing of Communicating Systems, Kluwer, 2000. – P. 161-176.
6. Немченко В.П. Автоматное моделирование в системе диагностирования сетевых протоколов [Текст] / В.П. Немченко, А.С. Изотов // Журн. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2012, №4, (приложение). – С. 51-52.
7. Частиков А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. Разработка [Текст] / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – Спб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
8. Лескин А.А. Сети Петри в моделировании и управлении [Текст] / А.А. Лескин, П. А. Мальцев, А. М. Спиридонов. – Л.: Наука, 1989. – 133 с.