

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРИСТРОЯМИ АДАПТИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

В статті розглянуто особливості керування пристроями адаптивного діагностування які дозволяють проводити аналіз діагностичних тестових дій при подачі їх на складні об'єкти діагностування які мають характеристики та параметри, що змінюються. В якості об'єкта діагностування розглядаються телекомунікаційні комп'ютерні системи які використовуються як засоби доступу, передачі та обробки інформації у різних сферах використання комп'ютерних систем.

In article are considered particularities of management device adaptive diagnostic which allow to conduct the analysis diagnostic test action when presenting them on complex diagnostic objects which have a features and parameters, which change. As diagnostic object is considered telecommunication computer systems which are used as facility of the access, issues and information handling in miscellaneous scope use the computer systems.

Ключові слова: пристрої адаптивного діагностування, система керування.

Вступ

Адаптація є основною реакцією живого організму, що забезпечує йому можливість виживання. Вона означає пристосування організму до зміни зовнішніх і внутрішніх умов. Реалізація цього принципу в технічних системах, а саме при адаптивному діагностуванні, має багато достоїнств, а іноді і просто необхідна. Поняття адаптації або адаптивності в техніці носить дуже широкий характер. Як відомо, за допомогою розімкнутого керування без зворотного зв'язку можна виключити вплив на вихідні параметри об'єкту деяких передбачуваних зовнішніх дій за умови, що характеристики окремих компонентів і елементів системи керування досить прості і їхні властивості не змінюються.

Ліквідувати вплив непередбачених зовнішніх дій на поведінку об'єкту можливо в рамках традиційної теорії керування. Для цього необхідно використовувати принцип зворотного зв'язку, тобто організувати замкнуту систему керування, властивості всіх елементів якої покладаються відомими і не змінюються в часі. Іноді може допускатися дрейф деяких характеристик, але в дуже незначних межах. Однак на практиці часто зустрічаються такі об'єкти керування, параметри яких варіюються в широких межах під дією зовнішніх причин з часом і в силу властивостей самого об'єкта. У той же час при керуванні складними об'єктами (адаптивною системою діагностування, що складається з багатьох одиниць устаткування) кількість зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на їхню роботу, різко зростає. Серед них можуть бути помилки позиціонування у потрібний момент, відхилення параметрів стику й інші подібні фактори, що вимагають адаптації керуючої системи, тобто самонастроювання і пристосування до реальних умов експлуатації. Реакція системи керування виявляється в зміні структури, параметрів, а іноді й алгоритму дій так, щоб гарантувати досягнення поставленої мети.

Постановка проблеми

Методи детермінованого діагностування розраховані на ідентифікацію одиночних несправностей визначеного класу за рахунок подачі відповідного блоку тест-векторів. При цьому підключаються усі канали зв'язку системи діагностування з об'єктом діагностування (ОД). Такий підхід сам по собі є складним. Одним з методів для підвищення ефективності діагностування телекомунікаційних комп'ютерних систем (ТКС) є використання методу адаптивного діагностування, який розглядає процес взаємодії ОД та обраної адаптивної системи діагностування (АСД), виходячи з визначеного критерію організації системи, надає можливість сформулювати вимоги як до об'єкту діагностування, так і до технічних засобів АСД з урахуванням специфіки використання ТКС. Аналіз роботи системи показує, що може спостерігатися прояв багаторазових несправностей, які належать до різних класів. При прояві одиночної несправності передбачається усунення дефекту, причиною якого вона є, і тільки після цього з'являється можливість подальшого діагностування. Це зв'язано з необхідністю дотримання принципів діагностування, що не руйнує.

При діагностуванні шляхом подачі тестових послідовностей необхідно розв'язувати задачу їхньої коректності. Сигнали тестових впливів, які подаються на ОД, у випадку наявності специфічних несправностей у його структурі не повинні призводити до катастрофічних відмовлень.

У процесі реалізації адаптивної системи діагностування на першому етапі виходять із ситуації і проблем, що можуть виникнути при перевірці такого складного, з технічної точки зору, об'єкту як телекомунікаційні комп'ютерні системи. Ці проблеми можуть бути зведені до конкретних задач, які необхідно вирішити при діагностуванні [1]:

- Визначити значення обраного критерію організації системи при заданих показниках, що характеризують властивості ТКС, АСД і процеси діагностування.
- Визначити значення показників, що характеризують процес діагностування ТКС і забезпечать заданий показник організації АСД. Подібна задача виникає в тому випадку, якщо призначення мережі, її конструктивні особливості і специфіка використання конкретно регламентують показники ТКС і АСД.

- Для заданих об'єкту діагностування і технічних засобів АСД ефективно організувати процес використання і діагностування ТКС. Проблема такого роду виникає тоді, коли є можливість вплинути на організацію використання ТКС із метою досягнення найбільшого ефекту з прийнятої організації АСД. Така ситуація складається при діагностуванні об'єктів які періодично обновляються (розширення телекомунікаційної комп'ютерної системи, модернізація апаратних засобів).

- Для заданої системи, у якій регламентовані процеси використання і діагностування, визначаються показники системи діагностування при визначеному значенні критерію організації АСД. Така задача виникає якщо АСД є зовнішньою, а прийнята організація використання і технічного обслуговування комп'ютерної системи не визначається твердими зовнішніми умовами (процесом адміністрування та експлуатації, технічними можливостями, чисельністю обслуговуючого персоналу й ін.).

- Для регламентованих процесів використання і діагностування ТКС визначаються показники об'єкта діагностування і системи, що забезпечують задані значення критерію організації АСД. Виходячи з призначення системи і зовнішніх умов, що впливають на характер використання, при діагностуванні визначають організацію використання ТКС і технічного обслуговування.

Аналіз систем діагностування на основі адаптивної моделі

В процесі вибору системи діагностування необхідно вибрати метод ідентифікації несправностей. Серед формальних методів розробки нелінійних динамічних моделей значну групу складають методи статистичної теорії нелінійних систем, до яких відносять [2]:

- методи, засновані на використанні дисперсійної функції випадкових процесів, що оперують з багатомірними законами розподілу випадкових функцій;

- метод лінеаризації нелінійної регресії на ділянках з постійними значеннями математичного сподівання умовної дисперсії випадкової функції на виході об'єкта щодо вхідного процесу;

- метод, заснований на використанні спеціального вхідного тестового сигналу, при якому невідомі параметри об'єкта визначають як коефіцієнти оператора в гільбертовому просторі (обмеження в застосуванні цього методу зв'язані з його непридатністю для нестационарних об'єктів);

- метод, заснований на застосуванні апарата умовних марківських процесів.

Для діагностування телекомунікаційних комп'ютерних систем та побудови системи діагностування найбільш придатними на думку автора є методи, в основі яких лежить схема безупинної (послідовної) ідентифікації, тобто ідентифікації на основі адаптивної моделі [3] (Рис. 1).

Найчастіше використовують параметричну адаптивну модель, тобто модель, у якій змінюються параметри при незмінній структурі. Однак можливе застосування моделі, у якій в процесі адаптації міняються не тільки параметри, але і структура [3].

При класичній побудові адаптивної моделі вибирають міру помилки між виходами моделі та об'єкта і розробляють алгоритм пошуку невідомих параметрів за умов мінімізації обраної міри помилки. Як міру помилки можна використовувати середню квадратичну помилку, максимальне значення помилки, інтеграл від квадрата помилки, інтеграл від абсолютного значення помилки, статистичні критерії максимуму апостеріорної імовірності і максимуму правдоподібності, різні варіанти названих критеріїв з використанням функцій ваги.

При розробці алгоритму пошуку невідомих параметрів найчастіше використовують методи випадкового пошуку, градієнтний метод і його стохастичний аналог – метод стохастичної апроксимації.

При розробці системи діагностування такого об'єкта діагностування як локальні комп'ютерні мережі і використанні ідентифікації методом адаптивної моделі обов'язковим є використання формального опису ОД – моделі. При побудові моделі будемо виходити з того, що складна система ТКС, підпорядковується визначеним законам: фізичним, електричним, механічним та іншим, які характеризують кількісні співвідношення різних компонентів структури мережі.

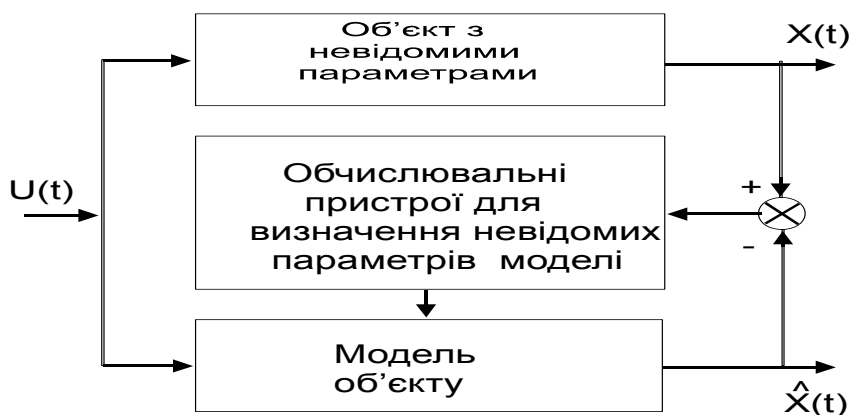


Рис. 1. Система ідентифікації на основі адаптивної моделі

Особливості системи керування АСД

Адаптивна система діагностування [2] – це система керування подачею, прийомом та аналізом

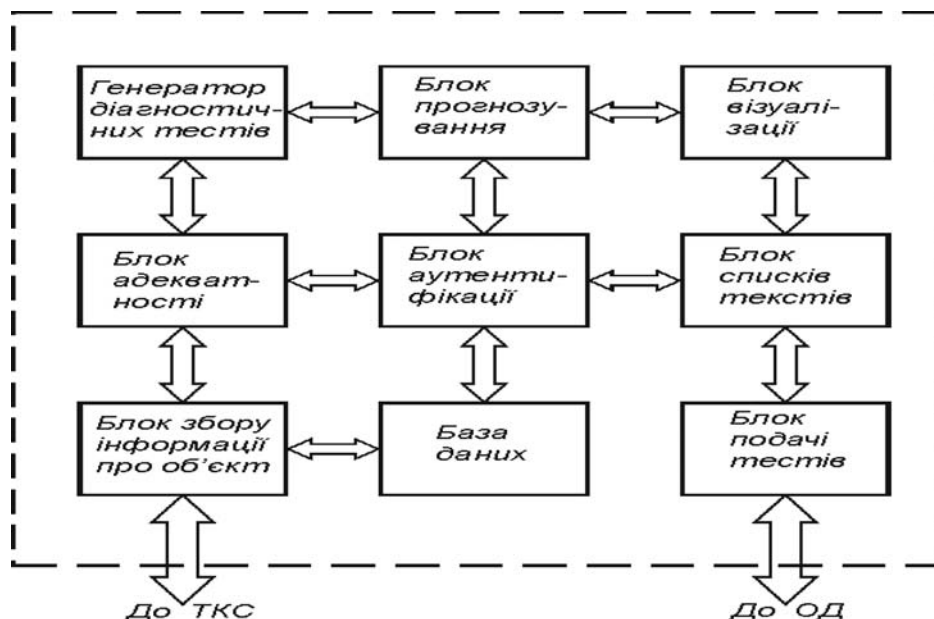
діагностичних тестових дій при подачі їх на телекомунікаційні комп'ютерні структури. Принцип дії АСД полягає в керуванні подачею тестових впливів на основі прогнозу вихідних характеристик об'єкту діагностування, що були одержані за допомогою регулярно оновлюваної моделі в зворотному зв'язку. Для адаптивної системи діагностування потрібне постійне уточнення моделі. До параметрів, що змінюються в часі, відносяться: постійна зміна трафіку в ТКС, кількість вузлів підключених до структури, модернізація та удосконалювання апаратного та програмного забезпечення, що в свою чергу, приводять до зміни характеристик і параметрів об'єкту діагностування. Для такого класу ОД зміни характеристик і зовнішніх впливів необхідно враховувати безпосередньо в процесі діагностування. В якості недоліків апріорної інформації про об'єкт діагностування як на стадії проектування системи, так і в процесі експлуатації можливо віднести велику інерцію структури, стохастичний характер зв'язків, що вимагають використання адекватної моделі ОД для керування АСД по подачі тестів на основі прогнозу вихідних змінних із врахуванням вхідних змінних. Застосування методів керування АСД, що базуються на постійній, незмінній моделі тут неможливе.

Для сучасних адаптивних технічних систем характерне сполучення в обчислювальній структурі функції адаптації до змін зовнішнього середовища і параметрів в роботі, а також використання широкого набору апаратних і програмних засобів самодіагностики й усунення дрібних несправностей у самій системі керування.

Особливістю даної структури адаптивної системи діагностування є можливість самодіагностики і само ремонту, що реалізується за допомогою блоку автентичності.

Адаптивна система діагностування складається з:

- генератора діагностичних тестів;
- блоку збору інформації про об'єкт діагностування (ТКС);
- блоку адекватності;
- блоку прогнозування;
- блоку автентичності;
- бази даних АСД;
- блоку візуалізації;
- блоку списку тестів;
- блоку подачі тестів на ОД.



Структура адаптивної системи діагностування

Рис. 2. Схема керування адаптивною системою діагностування

Функції керування адаптивною системою виконує блок списку тестів, який формує необхідні команди для інших блоків. Формування та генерування діагностичних тестів відбувається після аналізу стану та параметрів ОД- телекомунікаційної комп'ютерної структури. В базі даних зберігається діагностичні тести які вже були с генеровані в попередніх перевірках і ті тести які формуються для кожного оперативного кроку системи. Блок візуалізації забезпечує необхідний інтерфейс та зв'язок з оператором адаптивної системи діагностування, що може в разі необхідності вносити корективи в систему керування. Блоки автентичності, адекватності та прогнозування забезпечують необхідний рівень адаптації системи.

Керування адаптивною системою з ідентифікатором у каналі зворотного зв'язку

Процес адаптивного діагностування передбачає виконання наступних дій:

- подача тестових послідовностей і зняття відповідних реакцій з ОД може проводитися як у

робочих динамічних режимах, так і в статичних режимах;

- аналіз відповідних реакцій проводиться залежно від їх діагностичної цінності;
- діагностування використовується на різних рівнях і необхідній глибині пошуку несправностей;
- система адаптивного діагностування пристосовується при змінах відповідних реакцій з об'єкту

діагностування шляхом зміни алгоритму функціонування, пошуком оптимальних тестових впливів для відповідного рівня ієрархії;

- система може навчатися залежно від параметрів і критеріїв діагностування;
- використовується автоматичне доповнення баз даних системи діагностування новими видами помилок і несправностей;
- система вибирає найбільш ефективний тестовий вплив, виходячи з обраного алгоритму пошуку несправностей.

Адаптивна система діагностування з ідентифікатором у зворотному зв'язку – це система керування подачею, прийомом та аналізом тестових дій при подачі їх на складні об'єкти діагностування з характеристиками та параметрами, що змінюються. Принцип керування дією АСД розглянуто по аналогії [1] та полягає в керуванні подачею тестових впливів на основі прогнозу вихідних характеристик об'єкту діагностування, що були одержані за допомогою регулярно оновлюваної моделі в зворотному зв'язку.

Для адаптивної системи діагностування потрібне постійне уточнення моделі в зв'язку з характеристиками та параметрами, що змінюються в часі. До них відносяться постійна зміна трафіку у системі, кількість вузлів, підключених до системи, модернізація та удосконалювання апаратного та програмного і т.д., що в свою чергу, призводять до зміни характеристик і параметрів об'єкту. Для такого класу об'єктів діагностування зміни характеристик і зовнішніх впливів необхідно враховувати безпосередньо в процесі діагностування. Відсутність та недоліки апріорної інформації про об'єкт діагностування як на стадії проектування системи, так і в процесі експлуатації, велика інерція об'єкту, стохастичний характер зв'язків вимагають використання моделі ОД для керування СД по подачі тестів на основі прогнозу вихідних перемінних із врахуванням вхідних перемінних. Застосування методів керування СД, що базуються на постійній, незмінній моделі тут неможливо.

Для таких об'єктів діагностування необхідна можливість уточнення моделі в реальних умовах функціонування. Ця особливість призводить до необхідності мати в лінії зворотного зв'язку системи керування структурний елемент, що розв'язує задачу ідентифікації несправностей і в подальшому уточнення моделі об'єкту. Конструктивно цей елемент (ідентифікатор несправностей) може бути виділений у керуючій обчислювальній машині системи діагностування в окремий блок.

Принцип керування роботою АСД ілюструється схемою (рис. 3). Головним елементом у цій схемі є ідентифікатор несправностей, де здійснюється процес самонавчання: Вихідною інформацією для розв'язання задач ідентифікації є вхідні і вихідні змінні об'єкту діагностування, результати аналізу яких відповідними пристроями вводяться безупинно чи в задані моменти часу в ідентифікатор несправностей.

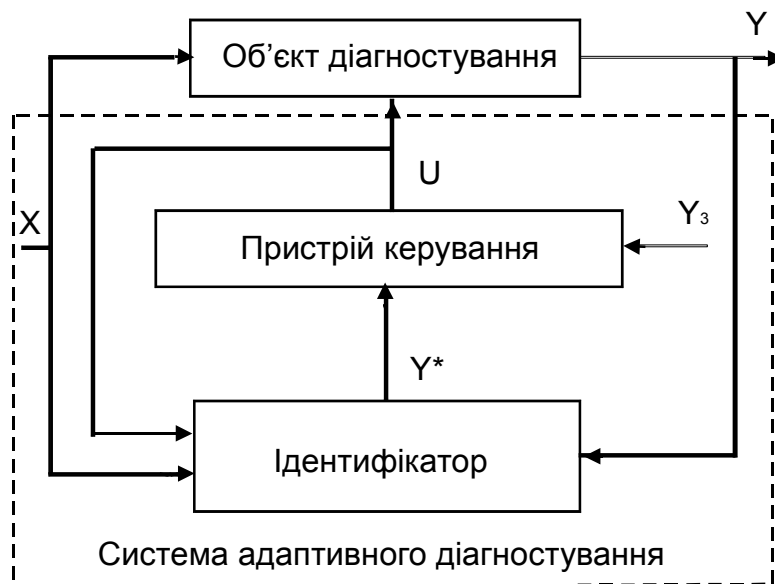


Рис. 3. Розміщення ідентифікатора несправностей в АСД

Розглянемо роботу АСД. Реальна телекомунікаційна комп'ютерна система представляється моделлю, структура якої може бути задана наступним рівнянням по аналогії [4] зв'язку між вихідною перемінною y в момент часу T_n і вхідними перемінними x_i в той же момент часу:

$$y(T) = \sum_{i=1}^n A_i x_i(T) + A_0 u \quad (1)$$

Завдання ідентифікатора несправностей полягає в побудові порівняльних характеристик A_i^*

параметрів моделі A_i у кожному N -му кроці на основі поточних результатів аналізу і попередніх характеристик (адаптивний підхід до побудови моделі). Найбільш прийнятне використання в АСД наступного одно крокового алгоритму ідентифікації несправностей:

$$A_i^*(T) = A_i^*(T-1) + \frac{y(T) - \sum_{i=1}^n A_i^*(T-1)x_i(T)}{\beta + \sum_{i=1}^n x_i^2(T)} x_i(T). \quad (2)$$

де β – параметр, що задається розробником. Збільшення β підвищує точність моделі, але зменшує швидкість збіжності алгоритму. Точність моделі можна також підвищити за допомогою багаторазового (повторного) використання алгоритму ідентифікації несправностей.

По завершенні процесу навчання, критерієм чого служить близькість передбачення по моделі Y^* і отриманого Y значень вихідної перемінної, АСД переходить до керуючих дій і подачі оновлених тестових впливів, продовжуючи в той же час уточнення моделі у кожному кроці. Керуючі дії по видачі оновлених впливів визначаються по формулі:

$$U(T) = \frac{1}{A_0} \left[\left(y_3 - \sum_{i=1}^n A_i^*(T-1)x_i(T) \right) \right]. \quad (3)$$

де y_3 – необхідне чи задане значення вихідної перемінної.

В реальній системі використовується ієрархічна структура АСД. Адаптивні системи нижнього рівня працюють у реальному часі і оптимізують роботу окремих блоків СД на основі критеріїв оптимальності та обмежень. Критерії задаються блоками АСД більш високого рівня за допомогою адаптивної моделі всього об'єкта діагностування в цілому, створюваної в ідентифікаторі, що входить до складу АСД. Блок АСД верхнього рівня працює поза реальним часом чи у режимі «порадника» і здійснює узгодження локальних критеріїв і обмежень для окремих підсистем АСД, виходячи з заданих показників якості функціонування системи в цілому.

Висновки

Особливості побудови телекомунікаційних комп'ютерних систем не дають можливості однозначно використати існуючі методи діагностування. Для виявлення та ідентифікації несправностей у таких системах, забезпечення необхідної імовірності і надійності діагностування, пошуку несправностей з визначеною глибиною і можливістю системи аналізувати та навчатися необхідно використати комплексний підхід, що може забезпечити метод та засоби адаптивного діагностування. В праці розглянута особливість системи керування роботою АСД з ідентифікацією на основі адаптивної моделі. Також розглянуто адаптивне діагностування з ідентифікатором у каналі зворотного.

Література

1. Хмельницький Ю.В. Метод адаптивного діагностування комп'ютерних мереж // Вісник ТУП. – Хмельницький. – № 3, 2003. – С. 43-48.
2. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 24 с.
3. Хмельницький Ю.В. Дослідження та аналіз несправностей локальних обчислювальних мереж. Вісник ТУП. – Хмельницький. – № 2, 1997. – С. 152-155.
4. Мозгалеvский А.В., Койда А.Н. Вопросы проектирования систем диагностирования. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 112 с.

Надійшла 29.9.2009 р.