

Висновок

Проведено аналіз найпопулярніших структур комунікації агентів в мультиагентних системах. На основі проаналізованих структур розроблено ієрархічну структуру комунікації агентів. Наведено результати дослідження комунікації агентів: імітаційна модель комунікації агентів без використання оператора та імітаційна модель комунікації агентів з використання ієрархічної структури. Досліджено ефективність імітаційних моделей та побудовано графік ефективності, який показує, що ієрархічна модель комунікації агентів підходить для систем з великою кількістю цілей.

- [1] *Городецкий В.* «Инструментарий для разработки многоагентных систем и примеры приложений». – Питер, 2007. – 140–180 с.
- [2] *Nwana H.* «Software agents: An overview». – The Knowledge Engineering Review Journal – 1996 – vol. 11, № 3 – pp. 1–40.
- [3] *Carole B., Marie-Pierre G., Sylvain P., Gauthier P.* «ADELFE: A Methodology for Adaptive Multi-agent Systems Engineering». – Engineering Societies in the Agents World III, Lecture Notes in Computer Science – 2003 – Volume 2577 – pp. 156–169.
- [4] *Kubera Y.* «Everything can be Agent (Extended Abstract)». – Proc. of 9th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2010). – Toronto – 2010 – Volume 1 – pp. 1547–1548.
- [5] *Бартіш М., Роман Л.* «Теорія ігор». – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”. – 120 с.
- [6] *Lytvyn V., Dosyn D., Medykovskyj M., Shakhovska N.* «Intelligent agent on the basis of adaptive ontologies construction». – Signal Modelling Control – Lodz – 2011.
- [7] *Литвин В., Шаховська Н., Мельник А., Пшеничний О., Ришовець Ю.* «Проектування інтелектуальних агентів на основі адаптивних онтологій». – Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», (ISDMCI'2010). – том 2. – 401–404 ст.

Поступила 1.03.2017р.

УДК 623.746. – 519

М.В. Коробчинський, м.Київ, Б.В.Дурняк, м.Львів

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ КРИТЕРІЇВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА НАДІЙНОСТІ

The article proposes a new approach to ensuring the reliable operation of distributed systems of moving objects management based on the use of methods of the theory of functional stability of control by complex dynamic systems. The essence of this is to use formal mathematical descriptions based on the criteria of reliability and diagnosis of components of the information distributed system.

Keywords: reliability, system of diagnostics, distributed control system, functional stability.

У статті пропонується новий підхід до забезпечення надійного функціонування розподілених систем управління рухомими об'єктами на основі використання методів теорії функціональної стійкості управління складними динамічними системами. Сутність якого полягає у використанні формальних математичних описів, що базуються на критеріях надійності та діагностуванні компонент інформаційної розподіленої системи.

Ключові слова: надійність, система діагностування, розподілена система управління, функціональна стійкість.

Вступ. Основними елементами, що забезпечують функціональну стійкість є елементи, що відображають фізичні процеси, які орієнтовані на зміни параметрів, що визначають функціональну стійкість в цілому. Приведення, в даному випадку означає виявлення зв'язку між проявами зміни, в першу чергу, зменшення окремого параметра, що входить в склад функціональної стійкості (*FS*) та змінами параметрів, що безпосередньо зв'язані з фізичними проявами зменшення величини (*FS*).

Виклад основного матеріалу. Нехай зменшилося значення параметра надійності N . Виходячи з його визначення, проявлятися така зміна може шляхом зміни значень параметрів, що приймають участь у забезпеченні процесу реалізації розв'язку задачі $P_i \in P$. Оскільки не існує можливості для кожного параметра встановити відповідний сенсор, то необхідно встановити зв'язок параметра P_i з параметром P_j , який безпосередньо, або опосередковано зв'язаний з певним сенсором. В другому випадку існує необхідність продовжувати встановлення зв'язку P_j з параметром P_k , який уже безпосередньо зв'язаний з сенсором, або зв'язаний з параметром, який забезпечує такий зв'язок опосередковано, що обумовлює необхідність повторити попередній крок приведення. В рамках системи управління уже існують зв'язки між параметрами, що описують процес розв'язання задачі управління, які в сукупності складають всю систему управління *ISU*. Тому, задача приведення елементів, або параметрів, що забезпечують *FS* до системи діагностики (*SD*), полягає у тому, щоб вибрати таку послідовність параметрів P_i, \dots, P_j, S_{e_i} яка є найкоротша і в цьому сенсі є найбільш ефективна з точки зору міри впливу певного зовнішнього фактору на складову параметру *FS*. Приведення елементів з *FS* до системи діагностики обумовлюється тим, що в більшості випадків сенсори формуються в рамках системи діагностики, оскільки остання орієнтована на виявлення несправностей, що можуть виникати в об'єкті, в широкому розумінні цього терміну. Система діагностики, як правило зв'язана з засобами протидії негативним факторам, що можуть виникати виникнення несправності. Таким

чином приведення елементів з FS до SD дозволяє активізувати адекватні засоби протидії факторам, що приводять до порушення окремих складових параметру FS . В загальному вигляді процес приведення можна представити наступним співвідношенням:

$$P_i^{FS} \rightarrow P_{i+1}^{OP} \rightarrow \dots \rightarrow P_{i+k}^{BP} \rightarrow Se_i, \quad (1)$$

де P_i^{FS} – параметр, який є складовим FS , P_{i+1}^{OP} – опосереднений параметр приведення, P_{i+k}^{BP} – безпосередній параметр приведення, який зв'язаний з відповідним сенсором Se_i і фактично є діагностичним параметром, що відноситься до SD .

Необхідність приведення до системи забезпечення надійності обумовлюється наступним. Система, яка пов'язана з надійністю складається з наступних компонент:

- правил, що визначають зміну надійності,
- засобів, що забезпечують надійність,
- критеріїв, що визначають надійність.

До засобів системності подій відносяться наступні компоненти, що:

- засоби дублювання критичних елементів системи,
- засоби модифікації обслуговуючих функцій в ME .

Засоби резервування представляють собою асортимент критичних апаратних компонент, що в процесі виконання певного процесу реалізації розв'язку задачі можуть замінити компоненти в яких виникли несправності [1]. Крім того, до таких засобів відносяться компоненти, які представляють собою програмні реалізації перетворень, які розширені додатковими функціональними можливостями, в яких може виникнути необхідність в процесі розв'язання окремих задач. Обслуговуючи функції, що використовуються в ME функціонують по відношенню до вибраних критеріїв та характеризуються певними значеннями параметрів, що доповнюють відповідні критерії. Вибір критеріїв групується на аналізі природних властивостей, що є характерним для кожної задачі, або класу задач. Модифікація таких обслуговуючих функцій полягає у зміні значень параметрів, що відповідні функції характеризують. В більшості випадків однією з таких функцій є функція моделювання випадкових процесів, що реалізуються у вигляді моделі рулетки [2].

В цьому випадку в залежності від факторів, що приводять до виникнення аномалій, які розвиваються і приводять до виникнення несправностей, чи приводять до збоїв в процесі функціонування окремих алгоритмів, можуть мінятися значення ймовірностей вибору одного або іншого результату, що інтерпретує вибір певного розв'язку з ряду можливих розв'язків.

Правила визначення величин надійності є компонентами, що забезпечує можливість оптимізації процесів функціонування системи. В даному випадку

оптимізація розглядається по відношенню до параметра надійності N . Доцільність такої оптимізації обумовлюються тим, що забезпечення певного рівня надійності потребує відповідної кількості засобів, з допомогою яких така надійність може бути досягнута. Це, в свою чергу, приводить до зміни інших параметрів, які впливають на інтегральний параметр функціональної стійкості. Наприклад, збільшення кількості засобів надійності приводять не тільки до підвищення вартості RO_i , а і до збільшення об'ємів апаратурної частини, що призводить до зменшення можливостей використання інших функціональних компонент, які безпосередньо впливають на FS , наприклад зменшення засобів забезпечення аеродинамічної стійкості якщо RO_i представляє собою літаючий об'єкт, або БПЛА.

Для визначення необхідної міри надійності для розподілених рухомих систем, або об'єктів RRO використання різних критеріїв надійності ґрунтується на тому, що системи такого типу є багатофункціональними і відповідно асортимент задач, які може розв'язувати відповідні системи є досить різноманітна. Наприклад, якщо основною задачею RO_i є досягнення місця на поверхні переміщення, то критерієм надійності є забезпечення процесу функціонування RO_i на протязі часу, який є необхідним для розв'язку цієї задачі. Якщо ціллю задачі є реалізація певної дії на деякий об'єкт. В цьому випадку критерії надійності формують не тільки параметри, що забезпечують здатність досягнути RO_i певного місця в просторі переміщення, а й параметри, що характеризують здатність RO_i виконувати відповідну дію RO_i на зовнішній об'єкт. Приклади, що ілюструють функціональність управління параметром надійності, можна приводити стільки, скільки існує задач, які можна пов'язувати засобами RRO .

Розглянемо методику приведення параметрів FS до SD . В загальному вигляді методика приведення параметрів FS у випадку їх змін до SD представляє собою певний ланцюг, що відображає кроки переходу системи аналізу від одного фактору до іншого, що описується співвідношенням:

$$\omega_i = \{P_i(FS) \rightarrow h_{i1} \rightarrow h_{i2} \rightarrow \dots \rightarrow h_{im} \rightarrow SD\} \quad (2)$$

В найпростішому випадку кроки відповідних переходів можна проектувати на параметри, що приймають участь у процесах функціонування, які активізовані на момент реалізації відповідного приведення, що відповідає співвідношенню (1). Другим прикладом побудови ланцюга (2) може служити його проекція на стани окремих елементів об'єкту, які відрізняються від випадку (1) тим, що стан окремих елементів об'єкту описується певною сукупністю параметрів, які описують стан відповідного елементу. Доцільність використання таких проекцій для відображення процесу приведення обумовлюється тим, що в рамках одного елементу існує можливість встановити функціональні залежності між параметрами, які

описують стан такого елемента. Формально цей випадок формування процесу приведення можна представити у вигляді наступного співвідношення:

$$S_{pi}(FS) \rightarrow \{[y_{i1}^1 = f_{i1}^1(P_{i1}^1, \dots, P_{ie}^1)] \rightarrow \dots \rightarrow [y_{im}^m = f_{im}^m(P_{i1}^m, \dots, P_{ik}^m)]\}, \quad (3)$$

де $y_{ir}^i = f_{ir}^i(P_{i1}^j, \dots, P_{ie}^j)$ – функція, що описує залежності між параметрами $P_{i1}^j, \dots, P_{ie}^j$, які описують стан r елемента j об'єкта i . Функції y_{ir}^i можна представляти у явному вигляді, або у іншому конструктивному вигляді, оскільки в межах одного елемента об'єкту можна вибрати елемент таким чином, щоб забезпечити представлення y_{im}^j явним чином.

У випадку представлення процесу приведення $\omega_i(Sp_i)$ у вигляді (3), якщо стан елемента характеризується виникненням тріщини в матеріалі такого елемента, то існує можливість представити розміри відповідного дефекту у вигляді залежності від напруженостей, що виникають у відповідному матеріалі. В кожному конкретному випадку виникнення несправностей, або виникнення дефектів можна для кожного кроку $\omega_i(Sp_i)$ сформуванати відповідні $y_{ij} = f_{ij}^j(P_{i1}^j, \dots, P_{ik}^j)$.

Відомо, що різні стани окремих елементів об'єкту в процесі розв'язку задачі пов'язані між собою, якщо вони приймають участь у відповідному процесі управління. В рамках структурної моделі MS було показано існування шляху від вершини інновації процесу до вершини, що ініціює ціль розв'язку задачі, якщо структурна модель описує всі можливі розв'язки. Кожна вершина SM ідентифікує певний стан процесу в якому знаходиться відповідний елемент об'єкту, що приймає участь в процесі ω_i . Якщо один і той же елемент приймає участь у різних процесах ω_i , то він може знаходитися, або переходити у різні стани, кожний з яких відповідає певному ω_i . Тому вершини, що відповідають різним станам, можуть ідентифікувати один і той же елемент об'єкту управління. Кожний об'єкт, що функціонує в рамках ISU , може мати власний режим реального часу. Такий режим визначається швидкістю реалізації процесу управління, яка визначається фізичними чи іншими процесами, що в кінцевому етапі відображають реалізацію процесів управління в RRO та в кожному RO_i окремо. В цілому процес управління розв'язком окремої задачі, що має власну ціль та окрему початкову вершину в SM , у відповідності з ланцюгами ω_i , де i – ідентифікатор задачі, може мати окремі під ланцюги $\omega_{ij} \in \omega_i$, які відповідають окремим фрагментам розв'язку задачі. Кожний такий фрагмент, який будемо позначати $\omega_i(t_i)$, представляє собою співвідношення, що записується у вигляді:

$$\omega_i(\Delta t_j) = \{[y_{i1} = f_{i1}^j(P_{i1}^{* \Delta t_j \setminus k}, \dots, P_{im})] \rightarrow [y_{i+k} = f_{j+k}^j(P_{i+k,1}, \dots, P_{i+k,m})]\} * \Delta t_j \setminus k, \quad (4)$$

де k – кількість вершин, що складають фрагмент ланцюга ω_i , Δt_i – інтервал часу, який повинен бути реалізований фізичний процес, що описується фрагментом ланцюга $\omega_i(\Delta t_j)$, $\Delta t_i \setminus k$ – представляє заданий режим реального часу. Очевидно, що в повному ланцюгу розв’язку окремої задачі, що представлений співвідношенням (2), окремий фрагмент ланцюга визначається літерою h_{ij} , якщо відповідний $\omega_i(\Delta t_j)$, має власний режим реального часу.

Висновок. Таким чином, використання моделей MS , ML , ME , MF , MI полягає у реалізації наступних функцій на основі цих моделей.

1. Організація процесу управління розв’язком окремої задачі, в рамках моделі реалізується моделювання процесів управління, яке відбувається за період часу, які є меншими тих періодів часу реалізації процесів управління, які визначають режими реального часу для всього процесу або для кожного фрагменту $\omega_i(\Delta t_j) \in \omega_i$.
2. Формування адекватних управляючих дій, які здійснюються по відношенню до процесу, який моделюється з ціллю управління параметрами функціональної стійкості з ціллю оптимізації величини FS .

1. Самарський А.А., Михайлов А.П. «Математическое моделирование» М.: Наука, 1997 г.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. «Математическая теория надежности» М.: Советское радио, 1969 г.
3. Зарубин В.С. «Математическое моделирование в технике» МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001 г.
4. «Надежность и эффективность в технике» справочник Т.7. Качество надежности в производстве. М.: Машиностроение, 1989 г.
5. Васильев Б.В. «прогнозирование надежности и эффективности радиоэлектронных устройств» М.: Советское радио, 1970 г.

Поступила 20.02.2017р.