

О.М.Колодчак, Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра електронних обчислювальних машин

УНІВЕРСАЛЬНА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ЗАСОБІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Розглянуто загальну структуру кіберфізичних систем. Надано класифікацію кіберфізичних систем. Запропоновано універсальну структурну модель засобів прийняття рішень в кіберфізичних системах.

The general structure of the cyber physical systems. Courtesy classification cyber physical systems. A structural model of a universal means of decision making in cyber physical systems.

Keywords: cyber physical systems, means of decision-making in cyber physical systems, decision support tools, control units interlevel connection, power internally tiered control enforcement agents, database, database models, the decides person, the physical environment.

Вступ

Останнім часом кіберфізичним системам (КФС) було приділено багато уваги. Під кіберфізичною системою розуміють поєднання фізичних процесів та кібернетичних компонентів [1–3], які забезпечують організацію вимірювально-обчислювальних процесів, захищене зберігання та обмін вимірювальною і службовою інформацією, організацію та здійснення впливів на фізичні процеси. Об'єднання таких різних компонентів вимагає створення нових наукових розробок, які забезпечать ефективну роботу КФС цілому. Така система повинна забезпечувати збір інформації з фізичного середовища, обробку згідно специфіки використання, зберігання, побудову моделей відповідної реакції КФС на отриману інформацію, прогнозувати зміни фізичного середовища на основі отриманої інформації, надавати допомогу користувачу при прийнятті рішень або система сама має приймати рішення та його реалізовувати через відповідні компоненти КФС і таким чином впливати на процеси фізичного середовища. Отже, ядром КФС можна вважати засоби прийняття рішення, які використовуючи отриману та оброблену інформацію від фізичного середовища, формують відповідну реакцію КФС, яка може впливати на саме фізичне середовище. На сьогоднішній день існує більше питань щодо теоретичного обґрунтування самого процесу прийняття рішень в КФС та відповідних засобів їх реалізації, ніж відповідей на їх вирішення. Тому пошук теоретичних та практичних рішень для побудово засобів прийняття рішення в КФС є одним з найпріоритетнішим.

Стан проблеми

Відомо, що КФС – це дуже складна система, яка містить різноманітні та різнопланові компоненти, які виконують певну функцію згідно рівня КФС [1]. Роботу цих компонентів треба узгоджувати, крім того самим складним питанням є реалізація міжрівневого керування та керування всередині рівнів

© О.М.Колодчак

роботою та передачею інформації між компонентами від нижчого рівня (фізичного середовища) до вищого рівня(користувача) та між компонентами всередині кожного рівня. Взаємодія такого плану вже існує за допомогою фізичних зв'язків та відповідної логіки, але питання можливості самою КФС приймати рішення щодо взаємодії з фізичним середовищем або допомагати приймати відповідні рішення користувачу КФС на основі отриманої інформації засобами КФС та впливати на фізичний світ досі залишається не вирішеним. Тому побудова ефективної моделі засобів прийняття рішення, які реалізують ці можливості, є одним з ключових питань при побудові КФС.

Постановка задачі

До теперішнього часу було зроблено чимало роботи для побудови систем підтримки прийняття рішень(СППР)[2]. Основна їх частина використовується керівниками підприємств в процесі прийняття рішень, мета яких допомогти людині прийняти найбільш оптимальне рішення в конкретній ситуації, спираючись на зібрану та накопичену інформацію та відповідно оброблену згідно поставлених задач. Тому принципи побудови СППР можна використати при побудові засобів прийняття рішення КФС, але відповідно до специфіки її застосування в КФС. Отже, є необхідність у розробці спеціалізованих засобів прийняття рішень(ЗПР) для КФС відповідно до специфіки її застосування.

Основною задачею є розробка універсальної структурної моделі засобів прийняття рішень КФС.

Аналіз проблеми

Засоби прийняття рішень КФС призначені для формування статистик та прийняття рішень на основі запитів користувача та результатів опрацювання в реальному часі інформації від засобів збору та опрацювання характеристик компонентів фізичного світу. Для побудови ЗПР КФС необхідна чітка визначеність зі сферою застосування конкретної КФС. Адже від цього залежить специфіка зберігання статистичних даних та методи їх опрацювання саме для підготовки процесу прийняття рішень. В залежності від використання КФС можна поділити на такі основні:

- КФС, які спостерігають за фізичним світом та зберігають статистичні дані про нього(наприклад, спостереження за певним видом тварин чи рослин тощо);
- КФС, що створюють компоненти фізичного світу(наприклад, автоматичний процес створення певних типів товарів, 3D-прінтинг тощо);
- КФС, що роблять прогноз мабутньої ситуації, спираючись на зібрані статистичні дані певної сфери її застосування(наприклад, прогноз погоди, прогноз курсу валют для фондових бірж і тощо);
- КФС, що допомагають приймати оптимальні рішення користувачу(наприклад, фінансовий аналіз для підприємств,

інвестування в цінні папери, розрахунок пропорцій хімічних складових при створенні продукції в хімічній промисловості тощо);

- КФС, що приймають рішення та виконують їх та взаємодіють з користувачем(наприклад, автоматична система гальмування автомобіля, автопілот в літаках тощо);
- КФС, що забезпечують або підтримують життєдіяльність людини(наприклад, скафандр астронавта, реанімаційні системи життєзабезпечення тощо);
- Інші.

Для зберігання та опрацювання даних в більшості КФС доцільно використати експертну систему з можливістю самонавчання та елементами штучного інтелекту, яка допоможе користувачу прийняти оптимальне рішення або виконати певні дії самостійно без втручання користувача. Така КФС сама адаптується до змін фізичного світу і може навіть сама виконувати певні дії у фізичному світі.

Універсальна структурна модель засобів прийняття рішень для кіберфізичних систем

Для вирішення питання розробки ЗПР КФС спочатку треба детально визначити модель керування на кожному рівні КФС та між рівнями. Узагальнена структура КФС наведена в [1]. КФС має шість рівнів і кожний з них має свої методи та засоби реалізації відповідно до специфіки використання. Кожний з цих рівнів забезпечує відповідні для них обробку та передачу інформації, керування якими в основному відбувається автоматично самими процесами всередині кожного з рівнів та між рівнями до рівня ЗПР, де відбувається підготовка до прийняття рішення на основі отриманої від попередніх рівнів інформації. Загальна структурна модель міжрівневого та внутрішньорівневого керування в КФС зображена на рис. 1.

Кількість БВРК на кожному з рівнів залежить від розроблюваної системи. Таким чином можна визначити апаратні затрати на КФС з врахуванням блоків внутрішньорівневого керування(БВРК) та блоків керування кіжрівневого зв'язк (БКМЗ) за наступною формулою:

$$A = \sum Vij + Vc * i + \sum Cn + \sum Dm, \quad (1)$$

де A – апаратні затрати на КФС, i – кількість рівнів, Vij - блок внутрішньорівневого керування, Vc - блок керування міжрівневим зв'язком, Cn – засоби виконання рішень, Dm – засоби підтримки прийняття рішень.

Як видно з рисунка, ця модель має такі характеристики:

- деревоподібна,
- ієрархічна,
- внутрішньорівнево-зв'язана.

Отже, керування передачею інформацією між вузлами обробки відбувається як між рівнів КФС так і всередині кожного з рівнів за допомогою БВРК та БКМЗ відповідно.

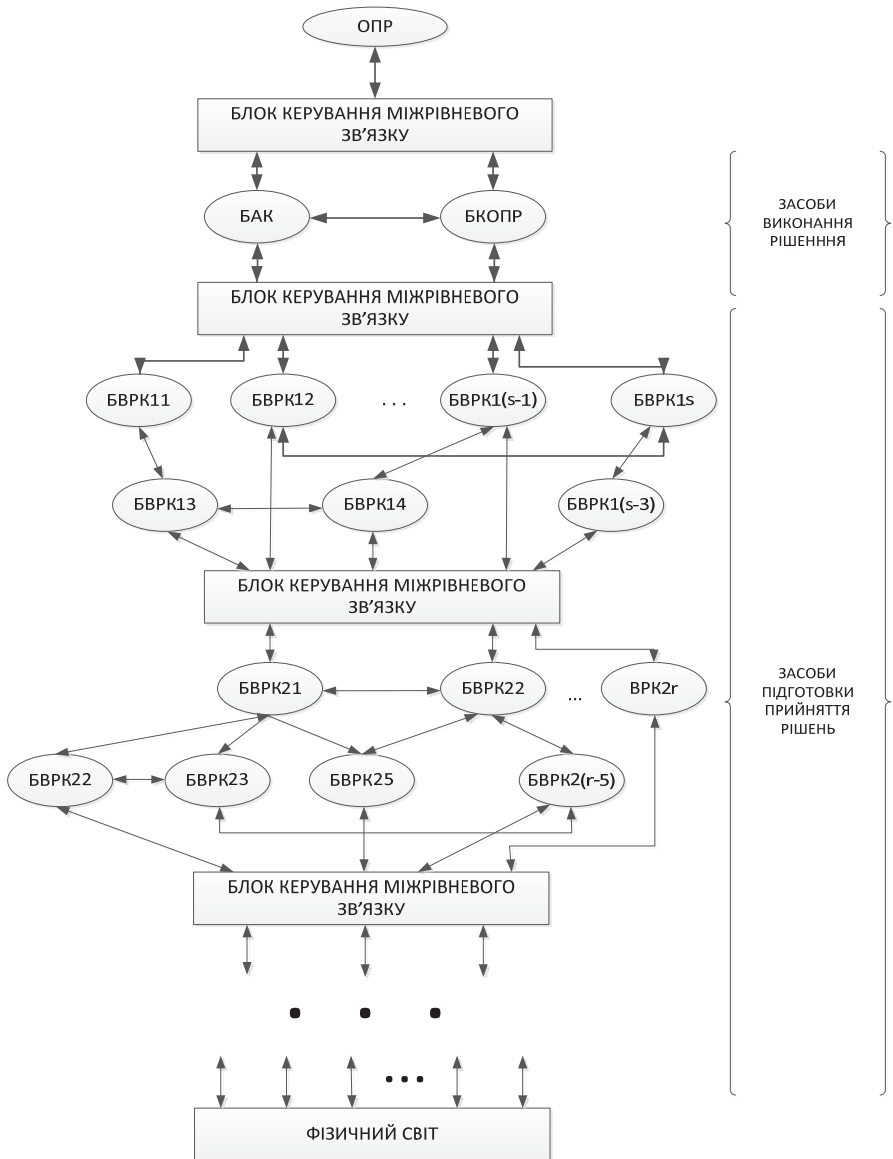


Рис. 1. Загальна структурна модель міжрівневого та внутрішньорівневого керування в КФС

Оскільки інформація отримується з нижчого рівня (фізичний світ), то для того щоб її привести до потрібного для прийняття рішень вигляду вона повинна бути оброблена засобами збору та обробки КФС. На кожному з 110

рівнів є свої засоби керування передачею інформації та її обробкою. Але централізовано вона збирається на рівні ЗПР. На цьому ж рівні відбувається підготовка відповідної керуючої інформації для виконання дій КФС у відповідь автоматично (БАК – Блок Автоматичного Керування) без втручання користувача – особи, що приймає рішення(ОПР) згідно термінології теорії прийняття рішень, або для виконання самою ОПР, забезпечуючи цей процес потрібними даними, за допомогою Блока Керування ОПР(БКОПР). Тобто ЗПР можна розділити на два підрівня: засоби підготовки прийняття рішень та засоби виконання рішення. В свою чергу засоби виконання рішення діляться на автоматичні (БАК) та керуючі користувачем(БКОПР), які виконують рішення прийняті засобами підготовки прийняття рішень(ЗППР). ЗППР отримують данні з нижчих рівнів , отриманих за допомогою засобів збору, обробки та передачі даних(ЗЗОПД). На рис. 2 зображена структурна модель засобів прийняття рішень КФС.

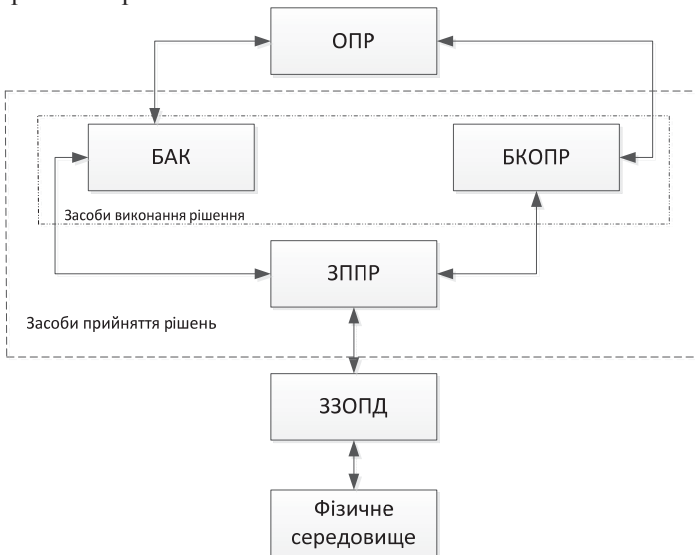


Рис.2. Структурна модель засобів прийняття рішень КФС

Засоби підтримки прийняття рішень — комплекс програмних засобів, що включає бібліотеку різних алгоритмів підтримки рішень, базу моделей, базу даних, допоміжні та керуючу програми. Керуюча програма організовує процес прийняття рішень з урахуванням специфіки проблеми. ЗППР використовується для підтримки різних видів діяльності у процесі прийняття рішень:

- визначення спеціальних завдань;
- вибору загальної стратегії дій;
- оцінювання результатів;
- ініціювання змін.

Структуру ЗППР утворюють такі головні компоненти[3]:

- база даних(БД);
- система управління базою даних(СУБД);
- база моделей(БМ);
- система управління базою моделей(СУБМ);
- інтелектуальний інтерфейс з ОПР.

База даних містить інформацію про об'єкти, що аналізуються, а в базі моделей зберігаються математичні, логічні, лінгвістичні та інші моделі, які використовуються для багатокритеріального, порівняльного аналізу альтернатив рішення.

У задачах конструювання ЗППР виділяють чотири базових різновиди їхніх структур: мережну, "сендвіч", шарову, вежову. Незалежно від типу структури кожна з них містить три компоненти: діалог, БД і базу моделей.

Вибір конкретної структури ЗППР визначається її здатністю вирішувати в заданій КФС такі проблеми:

- інтеграцію власної БД з іншими внутрішніми та зовнішніми БД;
- мінімізацію часу очікування відповіді на запит;
- подолання труднощів у використанні великих моделей;
- забезпечення координації діалогу з базою моделей;
- зниження вартості побудови та підтримки системи;
- забезпечення адаптаційних можливостей в побудові й розвитку ЗППР.

Залежно від даних, з якими працюють, ЗППР можна умовно поділити на оперативні та стратегічні. Оперативні ЗППР призначені для негайного реагування на зміни поточної ситуації. Стратегічні ЗППР орієнтовані на аналіз значних обсягів різномірної інформації, яка збирається із різних джерел, та на основі якої будуються моделі оптимальних стратегічних рішень. Отже, загальна структура ЗППР зображена на рис. 3.

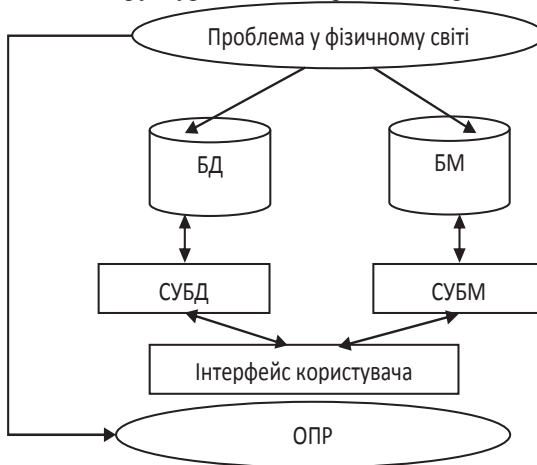


Рис.3. Структура ЗППР

Засоби виконання рішень – це комплекс програмних та апаратних засобів, які забезпечують виконання прийнятих рішень за допомогою засобів підтримки прийняття рішень.

Отже, ЗІР взагалі є складна багатокомпонентна система, яка містить засоби накопичення даних, інтелектуального аналізу та обробки даних, засоби прогнозування або передбачення змін фізичного середовища, засоби пошуку оптимального рішення при побудові моделі відповідної реакції КФС на зміни фізичного середовища, засоби виконання прийнятих рішень, засоби відображення статистичних даних змін у фізичному середовищі.

Висновки

В даній статті було розглянуто основні типи КФС в залежності від сфери застосування. Розглянуто проблематику побудови засобів прийняття рішень КФС. Запропонована розроблена структурна модель засобів прийняття рішень та сформовані основні принципи її побудови.

1. *Мельник А.О.* Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку. // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи та мережі”, 2015, № 692. – С.100-107.
2. *Ларичев О.И., Петровский А.В.* Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер.Техническая кибернетика. - Т.21. М.: ВИНТИ, 1987, http://www.raai.org/library/papers/Larichev/Larichev_Petrovsky_1987.pdf
3. *Marakas G. M.* Decision support systems in the twenty-first century. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999.
4. *Сараев А.Д., Щербина О.А.* Системный анализ и современные информационные технологии //Труды Крымской Академии наук. - Симферополь: СОНАТ, 2006. - С. 47-59, http://matmodelling.pbnet.ru/Statya_Saraev_Shcherbina.pdf
5. *Alter S. L.* Decision support systems : current practice and continuing challenges. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub., 1980.
6. *Druzdel M. J., Flynn R. R.* Decision Support Systems. Encyclopedia of Library and Information Science. - A. Kent, Marcel Dekker, Inc., 1999.
7. *Edwards J.S.* Expert Systems in Management and Administration - Are they really different from Decision Support Systems? // European Journal of Operational Research, 1992. - Vol. 61. - pp. 114-121.
8. *Eom H., Lee S.* Decision Support Systems Applications Research: A Bibliography (1971-1988) // European Journal of Operational Research, 1990. - N 46. - pp. 333-342.
9. *Finlay P. N.* Introducing decision support systems. - Oxford, UK Cambridge, Mass., NCC Blackwell: Blackwell Publishers, 1994.
10. *Ginzberg M.I., Stohr E.A.* Decision Support Systems: Issues and Perspectives // Processes and Tools for Decision Support / ed. by H.G. Sol. – Amsterdam: North-Holland Pub.Co, 1983.
11. *Golden B., Hevner A., Power D.J.* Decision Insight Systems: A Critical Evaluation // Computers and Operations Research, 1986. – v. 13. – N2/3. – p. 287-300.
12. *Power D.J.* A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.

Поступила 1.03.2017р.