

КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ: ВИКЛИКИ В СКЛАДНИХ МЕРЕЖАХ І РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ**A. Koval, I. Bazan****CYBER-PHYSICAL SYSTEMS: CHALLENGES IN COMPLEX NETWORKS AND DISTRIBUTED SYSTEMS**

Складні мережі є невід'ємною частиною повсякденного життя. Прикладами таких мереж є транспортні та телефонні мережі, інтернет, тощо. В останнє десятиліття аналіз і керування складними мережами, що складаються з декількох динамічних вузлів, привертає велику увагу в різних галузях. Зокрема, було закладено основи керування та синхронізації великих складних динамічних мереж з певними типами топології. У математиці складну динамічну мережу можна описати за допомогою графа. Кожен вузол такого графа представляє фундаментальний елемент з певною динамікою, а межі представляють інтерактивну топологію мережі. Розробка систем розпізнавання топології є важливим аспектом в складних мережах. Застосування таких систем можна знайти в різних галузях науки і техніки. Наприклад, якщо в мережі зв'язку, електромережі або Інтернеті трапляється значна несправність, дуже важливо визначити місце розташування дефектної ділянки, що стає можливим із застосуванням систем розпізнавання топології.

Задумані і реалізовані мережеві системи управління стикаються з багатьма проблемами, пов'язаними з обчислювальним часом, програмним забезпеченням, змінними часовими затримками, відмовами, реконфігурацією і розподіленими системами підтримки прийняття рішень. Розробка протоколу, що гарантує якість обслуговування в реальному часі в бездротових мережах, узгодження між дизайном закону управління і складністю реалізації в реальному часі, подолання різниці між системами безперервного і дискретного часу, а також надійність великомасштабних систем – виклики, які стоять в галузі кіберфізичних систем (КФС). Високі вимоги до надійності та безпеки гетерогенних компонентів, які взаємодіють у складному, комбінованому фізичному середовищі і працюють у кількох просторових і часових масштабах, вимагають застосування фреймворків, алгоритмів, методів і ресурсів. Математична модель, фізична модель, аналіз і алгоритм, дизайн системи і розподіл, з пов'язаними з ними непередбачуваністю і ризиком, є фундаментальними теоріями фізичного світу. Ключовим елементом КФС є давачі які є апаратними мостами між фізичним і кібернетичним світом, для яких необхідні методи обробки сигналів. У комплексному погляді КФС включає в себе стабільність, оптимізацію і управління розподіленими і цифровими системами.

Розподілені кіберфізичні алгоритми, які можуть бути використані в CPS для виявлення та аналізу подій, надають кожному вузлу повну інформацію системи навіть при зміні топології. CPS охоплюватиме різні аспекти соціального та економічного життя, матиме широкий вплив і стане орієнтиром для комп'ютерних наук та інших галузей. Очікується, що при проектуванні та виробництві майбутніх інженерних систем з новими технологіями, які значно перевищують сучасні стандарти автономності, функціональності, доступності, надійності та захисту даних, кіберфізичні системи матимуть важливе значення.

Література

1. Xia, Y., et al (2019). Introduction to focus issue: Complex network approaches to cyber-physical systems. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 29(9).
2. Mishra, A., et al (2023). Emerging technologies and design aspects of next generation CPS with a smart city application perspective. *IJSAEM*, 14(Suppl 3), 699-721.
3. Canizo, M., Conde, A., Charramendieta, S., Minon, R., Cid-Fuentes, R. G., & Onieva, E. (2019). Implementation of a large-scale platform for cyber-physical system real-time monitoring. *IEEE Access*, 7, 52455-52466.