

Р. В. Бачинський
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра електронних обчислювальних машин

ОРГАНІЗАЦІЯ МІЖРІВНЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ У КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

© Бачинський Р. В., 2015

Розглянуто основні принципи організації міжрівневої взаємодії в кіберфізичних системах, побудованих з використанням багаторівневої базової платформи КФС.

Ключові слова: кіберфізичні системи, передавання даних, літальні апарати, багаторівнева базова платформа КФС

INTERLEVEL COMMUNICATION IN CYBER PHYSICAL SYSTEMS

© Bachynskyy R., 2015

Principals of inter-level communication in cyber-physical systems, based on multilevel basic CFS platform, are considered in this article.

Key words: cyber-physical systems, data transmission, flying objects, multilevel base platform of CFS

Вступ

Одним з найважливіших завдань під час створення кіберфізичних систем є забезпечення комунікацій як між елементами окремого пристрою КФС, так і між різними пристроями, які входять у систему, призначену для виконання спільних завдань. Створення єдиної, здатної до зміни конфігурації залежно від потреби та масштабованої архітектури істотно спростить створення нових компонентів КФС та їхню інтеграцію в наявні системи.

Переваги багаторівневої базової платформи КФС

У роботі [1] А. О. Мельник запропонував багаторівневу базову платформу КФС, яка передбачає поділ на п'ять незалежних рівнів. Такий поділ забезпечує переваги з погляду як проектування, модифікації, інтеграції нових рішень в систему КФС, так і з погляду використання системи. У табл. 1 розглянуто переваги цієї багаторівневої базової платформи КФС.

Таблиця 1

Переваги використання багаторівневої базової платформи КФС

Перевага	Опис
З погляду проектування	З погляду проектувальників у багаторівневій базовій платформі взаємодія між рівнями забезпечується самою платформою і не вимагає від проектувальників різних рівнів КФС організовувати взаємодію з іншими рівнями. Це значно спрощує розроблення і запобігає виникненню проблем, пов'язаних з організацією протоколів взаємодії різних рівнів.
З погляду модифікації	Оскільки міжрівневу взаємодію у запропонованій платформі визначають розробники платформи, у разі модифікації функціональності на будь-якому з рівнів КФС не виникає потреби в модифікації інших рівнів. Це значно спрощує роботу з розширення функціональності та виправлення помилок.
Стосовно інтеграції нових рішень	Оскільки система взаємодії між рівнями та між різними елементами багатокомпонентної системи чітко визначена, інтеграція нових елементів у систему не потребує значних зусиль у плані розроблення та перевірки нових протоколів взаємодії
З позиції використання багаторівневої платформи	Щодо використання багаторівневої базової платформи зручність проявляється в тому, що користувач такої КФС повинен знати особливості використання системи тільки на своєму рівні. Це дозволить пришвидшити впровадження КФС на основі багаторівневої базової платформи за рахунок спрощення навчання користувачів та обслуговуючого персоналу; кожен буде користуватись системою та обслуговувати її на своєму рівні.

Отже, можна стверджувати, що використання багаторівневої платформи КФС надає переваги і є доцільним інструментом для побудови складних, програмно-апаратних комплексів КФС, що взаємодіють. Проте створення такої універсальної платформи покладає на її розробників складні завдання з організації взаємодії між різними рівнями КФС та взаємодії між різними КФС на кожному з рівнів. При цьому необхідно забезпечити прозорість взаємодії між однаковими рівнями різних КФС та оброблення даних на різних рівнях у межах однієї КФС.

Постановка задачі

Вже існує багато різних кіберфізичних систем з різною функціональністю, з різними апаратними засобами, з різними потребами в тих чи інших ресурсах. Це ускладнює розроблення базової платформи, яка б забезпечувала потреби такого різноманіття КФС. Єдиним розв'язком такої задачі є створення універсальної, конфігуровної платформи міжрівневої взаємодії КФС. Для цього необхідно виконати аналіз наявних КФС, виділити найвживаніші сценарії їх використання, проаналізувати потреби в різних ресурсах (обчислювальна потужність вбудованих апаратних засобів, пропускна здатність каналів передачі даних, мобільність, автономність тощо) для цих сценаріїв та розробити конфігуровну та адаптивну модель міжрівневої взаємодії у КФС та взаємодії між різними КФС на кожному з рівнів.

Аналіз характеристик КФС

У табл. 2 наведено характеристики КФС та їхні особливості.

Таблиця 2

Характеристики КФС

Характеристика	Тип КФС	Особливість
Мобільність	Стаціонарні	Не мають обмежень за споживаною потужністю, характеристиками каналів передавання даних, габаритами використаної апаратури
	Мобільні	Ставлять жорсткі вимоги до споживаної потужності, використовують ненадійні безпроводні канали передавання даних.
Спосіб застосування	Цивільні	Не ставлять жорстких вимог до надійності, захищеності
	Військові	Ставлять жорсткі вимоги до надійності, захищеності від несанкціонованого проникнення та використання, малопомітності
Спосіб керування	Керовані	Потребують постійного з'єднання з центром керування, надійного передавання команд та даних
	Напівавтономні	Ставлять менш жорсткі вимоги до каналів передачі даних, оскільки в разі втрати зв'язку можуть працювати певний час в автономному режимі
	Автономні	Призначені для виконання завдань в автономному режимі, тому канали передавання даних для них не є критичними, проте потребують значних апаратних засобів для реалізації алгоритмів функціонування у різних ситуаціях, як штатних, так і нештатних
Кількість даних, які обробляються і передаються	Системи, які працюють з великими об'ємами даних	Потребують потужних апаратних засобів та каналів передавання даних
	Системи, які працюють з малими об'ємами даних	Потребують малопродуктивних апаратних засобів та не потребують високошвидкісних каналів передавання даних
Спосіб виконання завдання	“Індивідуальні”	КФС виконує свої завдання самостійно. При цьому не ставляться вимоги щодо взаємодії з іншими КФС
	“Командні”	Різні КФС об'єднуються для виконання спільного завдання. Такі системи ставлять жорсткі вимоги щодо обміну даними і командами між різними КФС у режимі реального часу

Як видно з попереднього аналізу, розмаїття КФС ставить перед розробниками універсальної платформи складні завдання із забезпечення різних, часто суперечливих потреб у різних ресурсах.

Вимоги щодо організації міжрівневої взаємодії

Щодо організації міжрівневої взаємодії в багаторівневій базовій платформі КФС можна виділити основні вимоги, наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Вимоги щодо організації міжрівневої взаємодії

Вимога	Обґрунтування
Забезпечення можливості передавання різних об'ємів даних	Різні КФС можуть генерувати різні об'єми даних. Наприклад, мережа давачів з малим періодом опитування генерує малі об'єми, а система збору відеоданих генерує значно більше даних, які необхідно передавати
Забезпечення функціонування з використанням різних апаратних засобів, як малопродуктивних, так і високопродуктивних	Оскільки різні КФС використовують різні апаратні засоби (в стаціонарних можна використовувати високопродуктивні апаратні засоби, тоді як в мобільних та автономних використовують апаратні засоби з малим споживанням енергії), засоби міжрівневої взаємодії мають працювати на різних апаратних засобах
Забезпечення надійності передавання даних	У багатьох системах надійність передавання даних є критичною. Особливо актуально це для військових систем
Створення програмних бібліотек та ядер апаратних засобів для реалізації взаємодії на різних рівнях КФС	Оскільки основною метою багаторівневої базової платформи КФС є надання зручного інструменту для розроблення нових елементів КФС та їхня інтеграція в наявні системи, необхідно надати розробникам різних рівнів, для різних типів апаратних засобів інструменти інтеграції їхніх розробок у КФС, побудованих за моделлю багаторівневої базової платформи КФС
Забезпечення можливості передавання даних як у системах реального часу, так і в системах без необхідності передавання даних у режимі реального часу	У системах керування віддаленими об'єктами КФС та в системах з командною роботою багатьох елементів, важливим питанням є вчасна доставка команд та даних

Основні принципи організації міжрівневої взаємодії в КФС

Виділимо такі принципи взаємодії між різними рівнями в межах однієї КФС, побудованої згідно з моделлю багаторівневої базової платформи КФС:

- Ієрархічність – нижні рівні обслуговують запити вищих рівнів.
- Надійність – передавання даних між рівнями повинно забезпечувати завадозахищеність.

Це особливо актуально в системах з розподіленими апаратними засобами та у військових системах для протидії засобам радіоелектронної боротьби.

Основні принципи організації взаємодії між різними КФС на кожному з рівнів

Виділимо такі принципи взаємодії між однаковими рівнями різних КФС, побудованих згідно з моделлю багаторівневої базової платформи КФС:

- Прозорість – користувачі кожного рівня не повинні знати про існування інших рівнів.
- Безпека – необхідно забезпечити захист як від перехоплення даних, так і від підміни даних злоумисниками для виведення КФС з ладу.
- Мультирежимність – через різноманіття КФС та сценаріїв їхнього застосування необхідно використовувати різні режими передавання даних. Серед таких виділимо режим передавання з підтриманням зв'язку, що вимагає значних затрат енергії, та режим без постійного підтримання зв'язку, що використовується в системах з обмеженим живленням

Висновки

Сучасні КФС є дуже складними системами в плані розроблення, впровадження, підтримки та експлуатації. Використання багаторівневої базової платформи КФС, що запропонував А. О. Мельник, дає змогу спростити багато завдань з розроблення, впровадження, інтеграції та модифікації КФС, проте потребує великих зусиль з аналізу вимог різних КФС до апаратних засобів та інших ресурсів, а також розроблення універсальної конфігурованої та адаптивної апаратно-програмної платформи, придатної для використання в системах з різними вимогами, характеристиками та умовами використання. Ключовим питанням є організація взаємодії в КФС, оскільки це питання потребує вирішення складних проблем, для виконання різноманітних, часто суперечливих вимог до сучасних КФС.

1. Мельник А. О. Багаторівнева базова платформа кіберфізичних систем // *Кіберфізичні системи: досягнення та виклики: матеріали Першого наукового семінару (25–26 червня 2015 р., м. Львів)*. – 2015. – С. 5–15. 2. Jianhua Shi, Jiafu Wan, Hehua Yan, Hui Suo A Survey of Cyber-Physical Systems // *In Proc. of the Int. Conf. on Wireless Communications and Signal Processing, Nanjing, China, November 9–11, 2011*. 3. Strategic R & D Opportunities for 21st Century Cyber-Physical Systems. Connection computer and information systems with the physical world // *Report of the Steering Committee for Foundations in Innovation for Cyber-Physical Systems. January 2013*. 4. Edward A. Lee. Cyber Physical Systems: Design Challenges. *Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkley. January 23, 2008*. 5. Dr. Sabina Jeschke – Everything 4.0? – Drivers and Challenges of Cyber Physical Systems, *Forschungsdialog Rheinland – Invited Talk Wuppertal*. – December 4th, 2013. 6. Holger Giese, Bernhard Rumpe, Bernhard Schatz, Janos Sztipanovits // *Science and Engineering of Cyber-Physical Systems. Report from Dagstuhl Seminar 11441*. – 2012.