

ВИРОБНИЦТВО СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОЦЕСОРІВ ЯК СЕРВІС

© Мельник А.О., Майстренко М.В., 2016

В роботі надано розгорнутий опис ідеї реалізації хмарного сервісу виробництва спеціалізованих процесорів, який базується на системі їх високорівневого синтезу.

Ключові слова: кіберфізичні системи, спеціалізовані процесори, система високорівневого синтезу, ПЛІС, хмарні технології, виробництво як сервіс.

Вступ

Кіберфізичні системи є наступником вбудованих комп'ютерних систем, ядром яких є спеціалізовані процесори. Зважаючи на велику потребу в цих процесорах, необхідність скорочення термінів їх проектування та виготовлення розробниками були створені потужні засоби проектування, які включають мови опису апаратних засобів та програмні засоби їх підтримки, засоби автоматизованого проектування НВІС тощо. Особливий акцент було зроблено на проектування процесорів на основі ПЛІС завдяки їх високим технічним характеристикам та доступності для розробників. Однак, з розвитком кіберфізичних систем, ускладнились вимоги до характеристик процесорів та до часу їх розроблення, що вимагає створення нових технологій та засобів проектування.

В роботі [1] на основі аналізу задач та вимог до спеціалізованих процесорів на різних рівнях кіберфізичних систем, а також зважаючи на потребу у великій кількості та широкій номенклатурі цих процесорів, запропонована ідея виробництва спеціалізованих процесорів як сервіс, тобто надання хмарного сервісу з виготовлення спеціалізованих процесорів. Ця ідея лежить в рамках 4 виробничої революції, яка базується на впровадженні технологій кіберфізичних систем [2,3]. Технологія виробництва спеціалізованих процесорів як сервіс передбачає надання користувачу зручних засобів проектування, забезпечує захищеність користувацької інтелектуальної власності та поставку користувачу готової продукції у вигляді мікросхем. Переваги сервісу: можливість гнучкого налаштування продуктивності процесора, низька ймовірність викрадення інтелектуальної власності користувача, мінімальне втручання людини у процес, висока швидкість виготовлення кінцевого продукту. В даній роботі надано розгорнутий опис ідеї реалізації хмарного сервісу виробництва спеціалізованих процесорів, що базується на системі їх високорівневого синтезу.

1. Система високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів – основа для їх проектування як сервісу

Система високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів – програмний продукт, який, отримуючи на вхід алгоритм, розроблений мовою високого рівня (С), генерує модель спеціалізованого процесора з контрольованою на етапі проектування швидкодією (VHDL – файли), готову для синтезу на ПЛІС, наприклад [4,5]. Цей продукт здатний значно скоротити час розробки та відлагодження апаратного забезпечення, та, відповідно, результуючу вартість готового продукту.

В ході вирішення проблеми надання доступу до системи рядовому користувачу, було прийнято рішення впровадити її на базі хмарного сервісу. Такий підхід дає переваги як користувачу так і розробнику системи.

Приклад принципу роботи системи високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів як хмарного сервісу наведена на рис. 1. Згідно зі схемою, користувач, завантаживши за допомогою веб-інтерфейсу С-програму, ініціює синтез процесора та отримує на виході VHDL-файли, які за допомогою САПР виробника конкретної моделі ПЛІС синтезує у конфігураційну біт-послідовність для обраного кристалу.

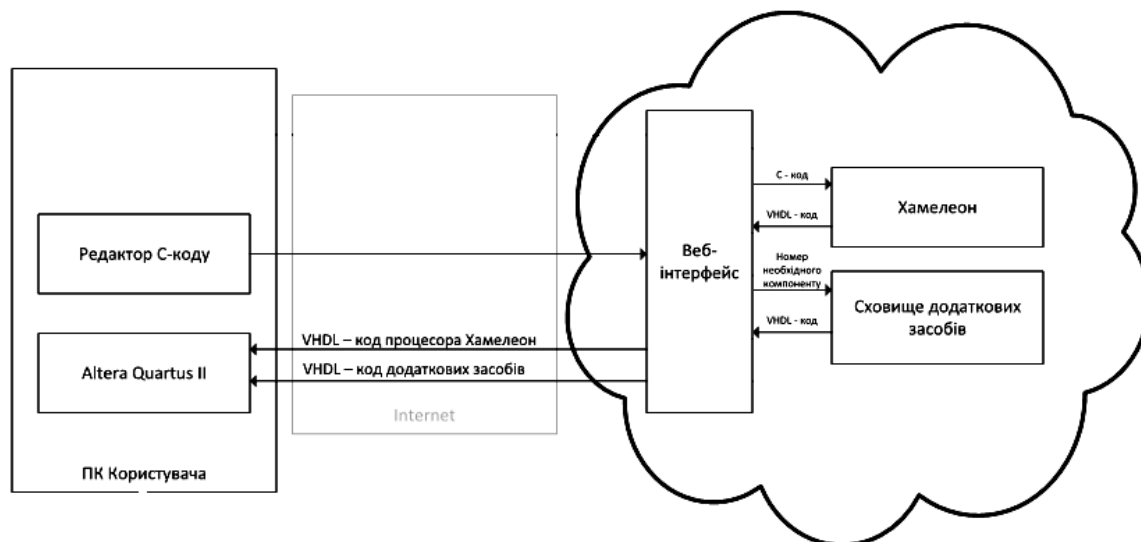


Рис. 1. Хмарна система високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів

Переваги, які отримує користувач від такої моделі сервісу:

- повна анонімність та захист інтелектуальної власності. Сервіс не передбачає втручання людини у процес генерування процесора, що, в парі з надійними засобами шифрування даних при передачі, виключає можливість потенційної крадіжки алгоритмів користувача і піднімає довіру до сервісу користувачів;

- зручність та швидкість роботи сервісу. У зв'язку з тим, що сервіс є автономним, користуватись ним можна буде цілодобово та без вихідних. Це означає, що користувач з будь якого часового поясу земної кулі, у зручний для нього час, матиме можливість проектувати та відлагоджувати параметри процесора;

Переваги, які отримує розробник сервісу:

- повна захищеність продукту від несанкціонованого використання. Виконавчі файли системи знаходяться на сервері, що дає можливість жорсткого контролю доступу до них. Користувач працює з системою посередком веб-інтерфейсу, завантажуючи свою С-програму;

- автономність. Технічна ланка сервісу потребує залучення мінімальної кількості людей – для підтримки роботоспроможності серверів, каналів зв'язку та системи-генератора, що значно скорочує вартість кінцевого продукту;

Ідею використання системи високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів як хмарного сервісу можна вивести на новий рівень і реалізувати у форматі виробництва спеціалізованих процесорів як сервіс. У цьому випадку користувач отримує не VHDL-код процесора, а готовий процесор.

2. Деталі реалізації сервісу

Ідея сервісу полягає в тому, що користувач, завантаживши свій алгоритм, описаний мовою С, отримує спеціалізований процесор, готовий до монтажу на плату.

На рис. 2. наведено основні складові сервісу та послідовність його роботи.

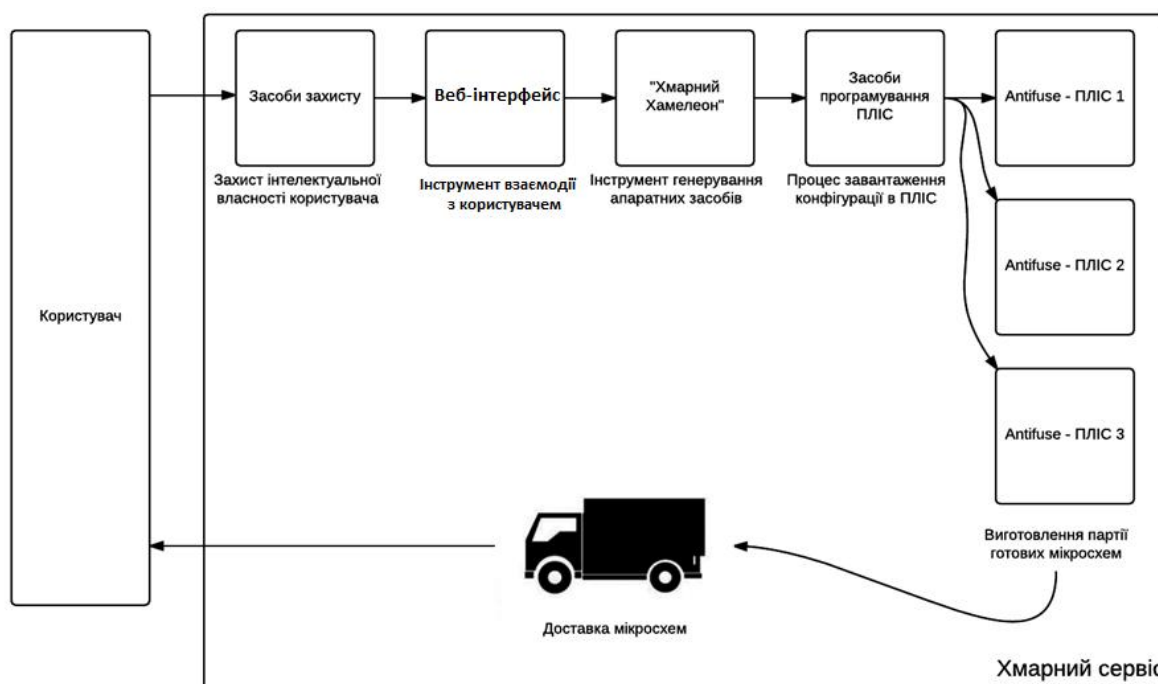


Рис. 2. Виробництво процесорів як сервіс

Користувач, задіявши засоби захисту та веб-інтерфейсу, завантажує алгоритм, описаний мовою С, до системи високорівневого синтезу. Результати роботи системи високорівневого синтезу (VHDL-файли) передаються до засобів програмування ПЛІС (Xilinx ISE або Altera Quartus), які, в свою чергу, програмують обрану кількість ПЛІС типу Antifuse (одноразово-програмовані). Далі запрограмовані мікросхеми за допомогою служби доставки передаються користувачу.

Веб-інтерфейс також дає можливість відлагодити проєктований процесор (переглянути часові діаграми для заданих вхідних даних) та налаштувати його параметри (швидкодію, обсяг задіяних ресурсів ПЛІС, тощо).

За керування системи високорівневого синтезу та засобами програмування ПЛІС відповідатимуть спеціалізовані серверні програми, які не передбачають втручання людини.

3. Етапи реалізації сервісу

Для створення описаного сервісу необхідно пропрацювати наступні питання:

– створити веб-сайт та програмні засоби, використовуючи які користувач міг би редагувати С-код та зберігати його, ініціювати синтез та програмування ПЛІС, налаштовувати продуктивність спеціалізованого процесора, відслідковувати характеристики проєктованого процесора, вказувати параметри доставки, тощо;

– створити серверну програму, яка отримує з сайту файли С-програми, передає їх до системи високорівневого синтезу, а результат його роботи передає до середовища синтезу під ПЛІС, яке скопіює, налаштує та підготує конфігураційний файл під конкретну модель ПЛІС;

– створити серверну програму, яка виконує прошивку конфігураційного файлу до ПЛІС та формує спеціалізований процесор;

– створити засоби захисту каналів зв'язку, що забезпечать захищеність користувацьких даних від викрадення та спотворення;

- створити засоби перевірки генерованих процесорів, що забезпечать високу якість продукції, що виробляється;
- створити логістику поставки ПЛІС, що підлягають програмуванню, та логістику доставки спеціалізованих процесорів до користувача.

4. Ідеї розвитку сервісу

Серед основних ідей розвитку сервісу можна виділити:

- вдосконалення системи високорівневого синтезу з метою врахування особливостей технології виробництва спеціалізованих процесорів як сервісу;
- пошук альтернативи дорогим одноразово-програмованим antifuse-ПЛІС для скорочення вартості продукції;
- пошук інвесторів для впровадження технології виробництва спеціалізованих процесорів як сервісу та розвитку виробничих потужностей.

Висновки

В роботі показано, що основою для створення системи проектування спеціалізованих процесорів як сервісу є система їх високорівневого синтезу та розроблено принципи роботи системи високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів як хмарного сервісу. Проведено оцінювання переваг, які надає ця система для користувача та для розробника.

Наведено розгорнутий опис ідеї реалізації хмарного сервісу виробництва спеціалізованих процесорів, деталі та етапи цієї технології та ідеї щодо її подальшого розвитку.

1. *Анатолій Мельник. Технології та засоби високорівневого проектування та реалізації в ПЛІС енергоефективних процесорів кіберфізичних систем. Праці Міжнародної НТК “Захист інформації і безпека інформаційних систем 2016”, 02 – 03 червня 2016, Львів, Україна.* 2. *Schaefer, D. (Ed.), Cloud-based design and manufacturing (CBDM): a service-oriented product development paradigm for the 21st century, Springer, London, UK, 2014, ISBN 978-3-319-07398-9, 282 pp.* 3. *Wu, D., Rosen, D.W., & Schaefer, D. Cloud-Based Design and Manufacturing: Status and Promise. In: Schaefer, D. (Ed): Cloud-Based Design and Manufacturing: A Service-Oriented Product Development Paradigm for the 21st Century, Springer, London, UK, 2014, pp.1-24.* 4. *Мельник А.О. ХАМЕЛЕОН – система високорівневого синтезу спеціалізованих процесорів / А.О. Мельник, А. М. Сало, В. Клименко, Л. Цигилик, А. Юрчук // Науково-технічний журнал Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”. – Харків, 2009. – № 5. – С. 189–195.* 5. *Melnyk Anatoly. Automatic generation of ASICs / Anatoly Melnyk, Andriy Salo // Proceedings of NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems AHS-2007, Edinburgh, UK, 2007. – P. 311–317.*

Наукові результати, подані у цій статті, було отримано в рамках дослідницького проекту ДБ/КІБЕР з реєстраційним номером 0115U000446, 01.01.2015 – 31.12.2017, фінансово підтриманим Міністерством освіти та науки України.