

Projektowanie zintegrowanych systemów cyber-fizycznych - opis przedmiotu

Informacje ogólne	
Nazwa przedmiotu	Projektowanie zintegrowanych systemów cyber-fizycznych
Kod przedmiotu	11.3-WE-INF-D-PZSC-F
Wydział	Wydział Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki
Kierunek	Informatyka
Profil	ogólnoakademicki
Rodzaj studiów	drugiego stopnia z tyt. magistra inżyniera
Semestr rozpoczęcia	semestr zimowy 2022/2023

Informacje o przedmiocie	
Semestr	2
Liczba punktów ECTS do zdobycia	5
Typ przedmiotu	obowiązkowy
Język nauczania	polski
Sylabus opracował	dr hab. inż. Remigiusz Wiśniewski, prof. UZ

Formy zajęć					
Forma zajęć	Liczba godzin w semestrze (stacjonarne)	Liczba godzin w tygodniu (stacjonarne)	Liczba godzin w semestrze (niestacjonarne)	Liczba godzin w tygodniu (niestacjonarne)	Forma zaliczenia
Laboratorium	30	2	18	1,2	Zaliczenie na ocenę
Projekt	15	1	9	0,6	Zaliczenie na ocenę
Wykład	15	1	9	0,6	Zaliczenie na ocenę

Cel przedmiotu

- Zapoznanie studentów z metodami projektowania zintegrowanych systemów cyber-fizycznych (przede wszystkim części sterującej systemów cyberfizycznych).
- Ukształtowanie wśród studentów podstawowych umiejętności w zakresie modelowania, projektowania oraz analizy części sterującej zintegrowanych systemów cyber-fizycznych

Wymagania wstępne

Zakres tematyczny

Wprowadzenie: systemy cyber-fizyczne (ang. *cyber-physical systems*, CPS), systemy inteligentne (ang. *smart systems*), Internet rzeczy (ang. *Internet of Things*, IoT), systemy zintegrowane oraz rozproszone.

Modelowanie, projektowanie oraz analiza systemów cyber-fizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem części sterującej.

Ogólna ścieżka projektowania części sterującej zintegrowanych systemów cyber-fizycznych: specyfikacja, analiza (w tym walidacja i weryfikacja), dekompozycja oraz synchronizacja, modelowanie części sterującej zdekomponowanego systemu, weryfikacja funkcjonalna, implementacja.

Modelowanie części sterującej systemu cyber-fizycznego. Graficzne metody specyfikacji algorytmu sterowania systemów cyber-fizycznych: sieci Petriego, interpretowane sieci Petriego, diagramy UML. Determinizm w systemach cyber-fizycznych.

Metody analizy części sterującej systemów cyber-fizycznych: walidacja, weryfikacja formalna, analiza relacji współbieżności (przestrzeni stanów systemu) oraz sekwencyjności z zastosowaniem algebry liniowej, teorii grafów oraz hipergrafów. Żywotność, ograniczoność i bezpieczeństwo sieci Petriego. Złożoność obliczeniowa algorytmów analizy części sterującej systemów cyber-fizycznych.

Projektowanie części sterującej systemu. Dekompozycja i synchronizacja algorytmu sterowania systemu cyber-fizycznego: podział na komponenty (składowe automaty), metody dekompozycji części sterującej systemów cyber-fizycznych (algebra liniowa, teoria grafów, teoria hipergrafów). Domeny czasowe (ang. *time domains*) oraz metody synchronizacji zdekomponowanych modułów.

Modelowanie części sterującej zdekomponowanego systemu: skończone automaty stanów (automat Moore'a, automat Mealy'ego, układ mikroprogramowany), opis w językach opisu sprzętu (Verilog, VHDL).

Analiza systemu po dekompozycji i synchronizacji (np. symulacja funkcjonalna).

Implementacja systemu: logiczna synteza i implementacja systemu, fizyczna implementacja systemu (programowanie docelowego układu).

Statyczna częściowa rekonfiguracja zaimplementowanego systemu: mechanizm statycznej częściowej rekonfiguracji układu FPGA (z zatrzymaniem układu), ścieżka projektowa zintegrowanego systemu cyber-fizycznego pod kątem późniejszej statycznej częściowej rekonfiguracji.

Dynamiczna częściowa rekonfiguracja zaimplementowanego systemu: mechanizm dynamicznej częściowej rekonfiguracji układu FPGA (bez zatrzymania układu), ścieżka projektowa zintegrowanego systemu cyber-fizycznego pod kątem późniejszej dynamicznej częściowej rekonfiguracji.

Metody kształcenia

Wykład: wykład konwencjonalny, dyskusja

Laboratorium: zajęcia praktyczne, ćwiczenia laboratoryjne

Projekt: metoda projektu

Efekty uczenia się i metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się

Opis efektu	Symbole efektów	Metody weryfikacji	Forma zajęć
Ma elementarną wiedzę w zakresie projektowania części sterującej zintegrowanych systemów cyber-fizycznych z zastosowaniem metod grafowych oraz sieciowych	• K_W04 • K_W06	• aktywność w trakcie zajęć • dyskusja • kolokwium	• Wykład • Laboratorium
Zna i rozumie potrzebę stosowania różnych metod analizy oraz dekompozycji algorytmu sterującego systemów cyber-fizycznych (algebra liniowa, teoria grafów, teoria hipergrafów).	• K_W01	• aktywność w trakcie zajęć • dyskusja • kolokwium	• Wykład
Potrafi zaprojektować część sterującą zintegrowanego systemu cyber-fizycznego z zastosowaniem metod grafowych (teoria grafów, teoria hipergrafów) i sieciowych (interpretowane sieci Petriego, sieci binarne).	• K_U08	• aktywność w trakcie zajęć • bieżąca kontrola na zajęciach • projekt	• Laboratorium • Projekt

Warunki zaliczenia

Wykład - warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnych ocen z kolokwiów pisemnych lub ustnych przeprowadzonych co najmniej raz w semestrze

Laboratorium - warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, przewidzianych do realizacji w ramach programu laboratorium

Projekt - warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich zadań projektowych, przewidzianych do realizacji w ramach zajęć projektowych.

Składowe oceny końcowej = wykład: 30% + laboratorium: 40% + projekt: 30%

Literatura podstawowa

1. E. A. Lee, S. A. Seshia, *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*, Cambridge, MA, USA:MIT Press, 2017, https://ptolemy.berkeley.edu/books/leeseshia/releases/LeeSeshia_DigitalV2_2.pdf
2. R. Wiśniewski, *Prototyping of Concurrent Control Systems Implemented in FPGA Devices*, Cham, Switzerland:Springer, 2017, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-45811-3.pdf>
3. R. Alur, *Principles of Cyber-Physical Systems*, MIT Press, 2015.
4. W. Reisig, *Petri Nets: An Introduction*, Berlin, Germany:Springer-Verlag, 2012.
5. OMG UML, *Unified Modeling Language*, 2012, <http://www.omg.org/spec/UML/ISO/19505-2/PDF>
6. R. Wiśniewski, *Design of Petri Net-Based Cyber-Physical Systems Oriented on the Implementation in Field Programmable Gate Arrays*, Energies, 2021, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/21/7054/pdf>

Literatura uzupełniająca

1. E. Best, R. Devillers, M. Koutny, *Petri Net Algebra*, Berlin, Germany:Springer-Verlag, 2013.
2. I. Grobelna, R. Wiśniewski, M. Grobelny, M. Wiśniewska, "Design and verification of real-life processes with application of Petri nets", *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Syst.*, vol. 47, no. 11, pp. 2856-2869, Nov. 2017.
3. L. Gomes, A. Costa, J. P. Barros, P. Lima, "From Petri net models to VHDL implementation of digital controllers", *Proc. IEEE 33rd Annu. Conf.*, pp. 94-99, Nov. 2007.
4. R. Wiśniewski, G. Bazydło, L. Gomes, A. Costa, "Dynamic partial reconfiguration of concurrent control systems implemented in FPGA devices", *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 13, no. 4, pp. 1734-1741, Aug. 2017.
5. L. Gomes, F. Moutinho, F. Pereira, "IOPt-tools—A Web based tool framework for embedded systems controller development using Petri nets", *Proc. 23rd Int. Conf. Field Program. Logic Appl.*, pp. 1, Sep. 2013.
6. I. Grobelna, "Model checking of reconfigurable FPGA modules specified by Petri nets", *J. Syst. Archit.*, vol. 89, pp. 1-9, Sep. 2018, DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sysarc.2018.06.005>.
7. R. Wiśniewski, "Dynamic partial reconfiguration of concurrent control systems specified by Petri nets and implemented in Xilinx FPGA devices", *IEEE Access*, vol. 6, pp. 32376-32391, 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2836858>.
8. M.C. Golumbic, *Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs*, Academic Press, 1980.
9. R. Wiśniewski, A. Karatkevich, M. Adamski, A. Costa, L. Gomes, "Prototyping of concurrent control systems with application of Petri nets and comparability graphs", *IEEE Trans. Control Syst. Technol.*, vol. 26, no. 2, pp. 575-586, Mar. 2018.
10. R. David, and H. Alla, *Discrete, Continuous, and Hybrid Petri Nets*, Springer, 2005.
11. R. Wiśniewski, G. Bazydło, P. Szcześniak, I. Grobelna, M. Wojnakowski, „Design and Verification of Cyber-Physical Systems Specified by Petri Nets - A Case Study of a Direct Matrix Converter”, *Mathematics*, vol. 7, pp. 1-24, 2019, DOI: <https://doi.org/10.3390/math7090812>.

12. V. Hahanov et al., "Cyber social computing" in Social Business and Industrial Applications, Cham, Switzerland:Springer, pp. 489-515, 2019.
13. R. Wiśniewski, M. Wiśniewska and M. Jarnut, "C-Exact Hypergraphs in Concurrency and Sequentiality Analyses of Cyber-Physical Systems Specified by Safe Petri Nets," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 13510-13522, 2019, DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2893284>.
14. M. Szpyrka, M. Wypych, J. Biernacki, L. Podolski, "Discrete-time systems modelling and verification with Alvis language and tools", *IEEE Access*, vol. 6, pp. 78766-78779, Dec. 2018, DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2885249>.
15. C. Berge, *Hypergraphs: Combinatorics of Finite Sets*, Amsterdam, The Netherlands:North Holland, 1989.
16. R. Wisniewski, I. Grobelna, A. Karatkevich, "Determinism in Cyber-Physical Systems Specified by Interpreted Petri Nets", *Sensors*, vol. 20, no. 19, p. 5565, DOI: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/19/5565>.

Uwagi

Zmodyfikowane przez dr hab. inż. Remigiusz Wiśniewski, prof. UZ (ostatnia modyfikacja: 19-04-2022 22:24)

Wygenerowano automatycznie z systemu SylabUZ