

Х. В. Береговська, аспірант кафедри ІТ, ПНУ ім. Василя Стефаника,
В. Я. Коваль, асистент кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
В. М. Теслюк, д.т.н., завідувач кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

РОЗРОБЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МІКРОКОНТРОЛЕРА МОНІТОРИНГУ ТА ІМОВІРНІСНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ СТАНІВ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Abstract. In this paper is devoted to the development of specialized microcontroller for monitoring and probabilistic prediction of changes between the states of the "Intelligent building" systems, which also acts like hardware realization of developed methods of development and studying of Smart-House-Systems (SHS) Models, based on Petri-Markov Nets, and extended by functional components (sensors and actuators). Also presented specialized microcontroller is a part of more global project - an automated software and hardware complex of "Intelligent building" systems based on developed models, created on the basis of Petri-Markov models and supplemented by functional components.

Актуальність

Системи класу «Розумний будинок» (РБ) [1-10] являються одними з не багатьох систем, які беруть свій початок ще з далеких 50-х років минулого століття, проте і на сьогодні представляють неабиякий інтерес як серед дослідників-науковців, інженерів-проектувальників, бізнесменів-ріелторів, так і серед більшості населення розвинутих країн та країн, що розвиваються, в свідомості чи підсвідомості яких закралася «рожева» мрія про власний дім, який би реалізовував всі їхні бажання, водночас, був неприступною фортецею від непроханих гостей, та володів своїм власним інтелектом, розумно розпоряджаючись ресурсами та благами як всередині будинку, так і навіть за його межами. Саме тому, досі залишаються актуальними такі науково-прикладні задачі, як вдосконалення вже існуючих методів і засобів проектування систем РБ, так і розроблення нових методів та засобів проектування систем класу РБ.

Постановка задачі

Беручи до уваги той факт, що системи класу РБ є надзвичайно комплексними та складними системами, і вимагають прийняття рішень в режимі реального часу, необхідним є розроблення відповідного апаратного та програмного забезпечення, яке взяло би на себе всі необхідні керуючі функції. Зокрема, дана робота присвячена розробленню спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ.

Вирішення задачі

В роботі [11] представлений розроблений метод побудови моделей

систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова (МПМ) та доповнених функціональними компонентами. моделі систем РБ, побудовані даним методом, володіють рядом переваг і дають змогу:

- здійснити комплексну декомпозицію системи на 7 основних рівнів, які описують систему від рівня «чорного ящика» до рівня функціональних компонентів (сенсорів та актуаторів), забезпечуючи при цьому, гармонійне влиття реального hardware в модель класу стохастичних моделей;
- дослідити динаміку та надійність як всієї системи, так і окремих її складових, ще на етапі системного проектування;
- з легкістю описувати та обробляти найскладніші розгалужуючі схеми та виключити неоднозначні ситуації, спричинені такими розгалужуючими схемами;
- дати кількісну оцінку імовірнісним процесам, які виникають в результаті взаємодії системи з користувачем, шляхом використання та динамічної корекції коефіцієнтів матриці переходів.

Всі перелічені вище переваги розроблених за допомогою представленого методу моделей систем РБ, сумарно дають змогу підвищити рівень систем класу РБ в аспектах надійності, безпеки, комфорту та адаптивності, задовольняючи усі сучасні вимоги до проектування систем даного класу.

Наступним, не менш важливим, етапом проектування систем класу РБ є навчання моделей проєктованих систем, побудованих методом [11]. З цією метою був розроблений та представлений в роботі [12] відповідний метод навчання моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова, та доповнених функціональними компонентами.

Таким чином, застосувавши ці два методи, на виході ми отримаємо модель проєктованої системи РБ, готову для подальшого моделювання та дослідження. Саме на основі даних двох методів і функціонуватиме розроблений програно-апаратний комплекс загалом, та розроблений спеціалізований мікроконтролер зокрема.

Нижче, на рис. 1, представлена блок-схема розробленого алгоритму моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ.

Робота алгоритму розпочинається з моніторингу активності сенсорів проєктованої системи РБ, і у випадку спрацювання будь-якого сенсора (-ів) відбувається перерахунок коефіцієнтів спрацювання переходів моделі, а також обхід дерева моделі зверху-вниз від стану, що відповідає сенсору, який спрацював, аж до кінцевих станів усіх вихідних віток дерева моделі з поетапним розрахунком сумарної імовірності досягнення кінцевих станів усіх вихідних віток дерева моделі, які репрезентують, власне, актуатори проєктованої системи РБ.

Таким чином, для кожного кінцевого стану усіх вихідних віток дерева, що беруть свій початок від сенсора, який спрацював, ми отримаємо сумарну імовірність досягнення цього стану, і у випадку, якщо ця сумарна імовірність

\geq «порогове значення» для цього стану (який репрезентує конкретний актюатор проектованої системи РБ), відбувається «форсований» запуск цього актюатора і, відповідно, вимушений віртуальний форсований перехід системи в наступні стани згідно розробленої моделі.



Рис. 1. Блок-схема алгоритму моніторингу та імовірнісного прогнозування

У випадку, якщо сумарна імовірність < «порогове значення» для даного стану (який репрезентує конкретний актюатор проектованої системи РБ), відбувається подальший аналіз для стану наступного актюатора, аж до тих пір, поки не будуть розглянуті всі кінцеві стани усіх вихідних віток дерева, що беруть свій початок від сенсора, який спрацював. Після цього, відбувається фіксація всієї попередньо описаної активності в базу даних статистики, з метою подальшого навчання та вдосконалення моделі проектованої системи РБ. Варто також відзначити, що найбільш доцільно здійснювати моніторинг не всієї проектованої системи РБ, а забезпечити попереднє структурно-функціональне розбиття моделі проектованої системи РБ на частини, і реалізувати паралельні моніторинги для всіх цих структурно-функціональних частин проектованої системи РБ.

Нижче, на рис. 2, представлений також фрагмент моделі, побудованої на базі МПМ та доповненої функціональними компонентами, для проектованої системи РБ. На прикладі цього фрагменту моделі проектованої системи РБ розглянемо детальніше алгоритм моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів РБ. Припустимо, що в ході моніторингу моделі проектованої системи РБ спрацював «Сенсор2», що знаходиться у фрагменті моделі, представленому на рис.2.

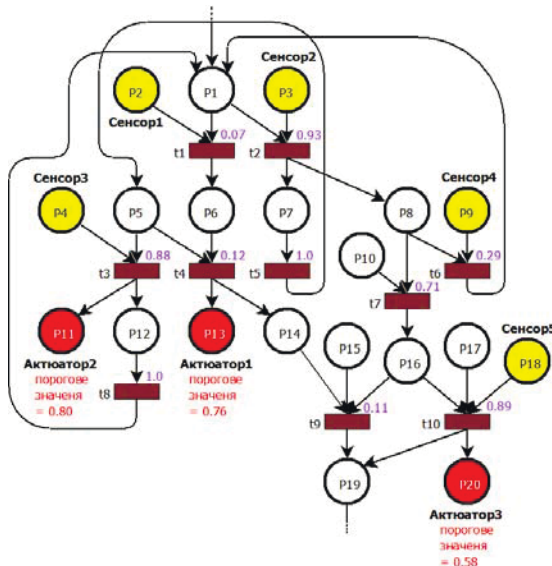


Рис. 2. Фрагмент моделі проектованої системи РБ, на базі МПМ та доповненої функціональними компонентами.

На рис. 3 подані всі можливі шляхи («а», «б», «в», «г» і «д») обходу дерева моделі зверху-вниз від стану «P3» активованого сенсора «Сенсор2».

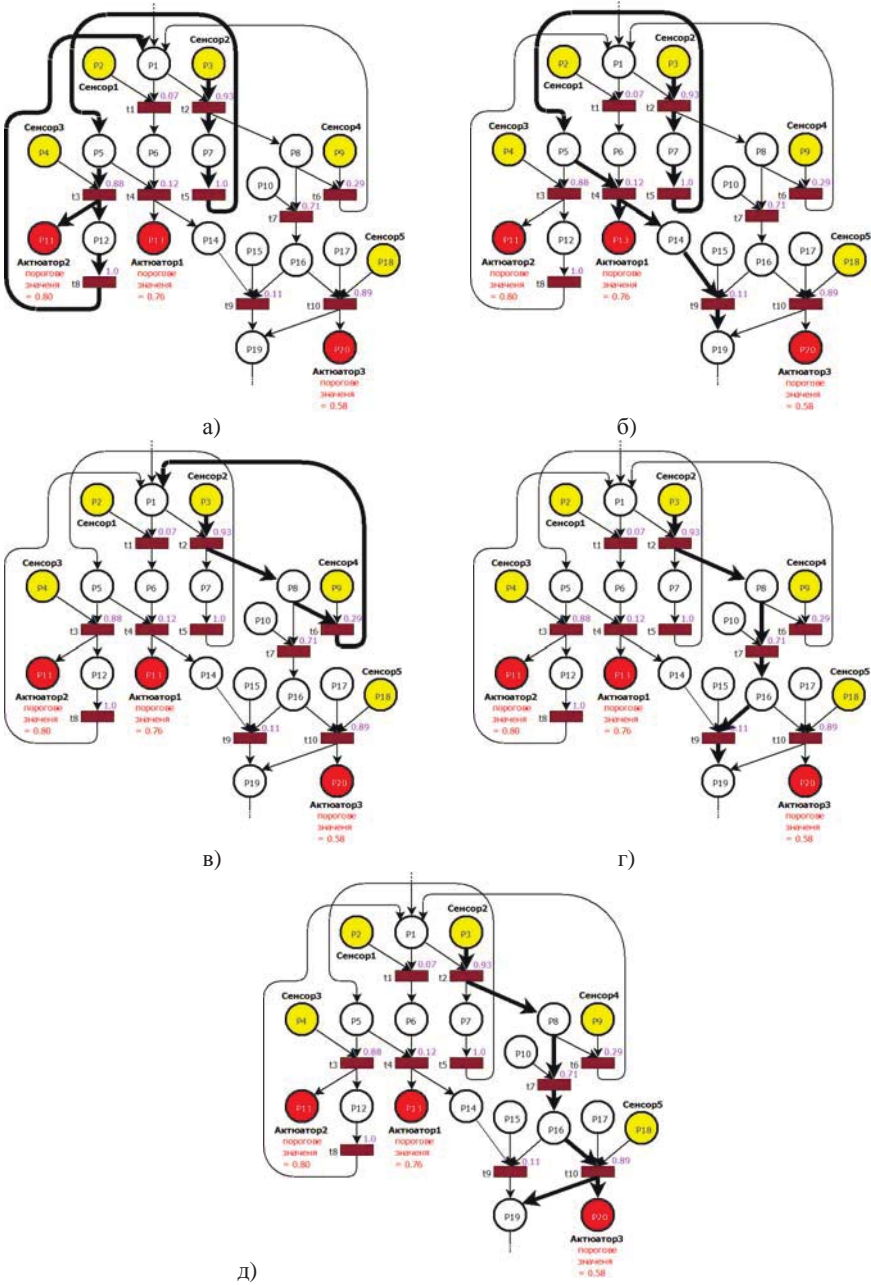


Рис. 3. Шляхи обходу моделі зверху-вниз від стану активованого сенсора

Кожна окрема вітка можливого варіанту обходу дерева моделі завершується або при досягненні «тупикового» стану, або при виході за межі області локального моніторингу, або ж при поверненні у вихідний пункт (стан) обходу.

Для фінального закріплення розуміння необхідності та доцільності наявності в системі РБ механізму «гри на випередження», реалізованої, в тому числі, завдяки розробленому алгоритму моніторингу та імовірного прогнозування зміни станів РБ, на рис.4 представлений той самий прикладовий фрагмент моделі системи РБ, тільки вже додатково доповнений смисловим навантаженням імовірного конкретного практичного сценарію розвитку подій в ході функціонування проектованої системи РБ та її взаємодії з користувачем. Згідно описаного прикладового випадку (див. рис.4) коли користувач зранку заходить вперше на кухню, щоб зробити собі каву і переглянути свіжі бізнес-новини, йому необхідно увімкнути ТВ-канал бізнес-новин, а також подати рукою відповідний візуальний жест для того, щоб кавоварка увімкнулася і почала готувати каву. Проте, завдяки нашим розробкам, користувачу більше не потрібно вмикати ТВ і подавати рукою жест для увімкнення кавоварки — проектована система зробить це сама заздалегідь, «читаючи думки» користувача.

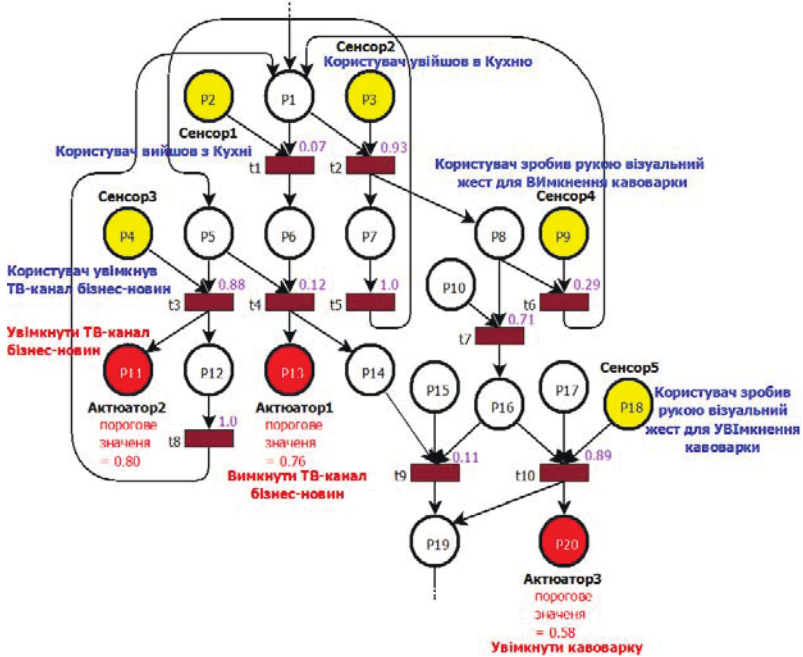


Рис. 4. Прикладовий фрагмент моделі, доповнений описом імовірного конкретного сценарію функціонування проектованої системи РБ.

Важливо також наголосити, що метою даної роботи не є розроблення абсолютно нового досі нікому не відомого фізичного пристрою-мікроконтролера, оскільки це абсолютно нерационально, беручи до уваги різноманіття вже практично готових hardware-рішень, які необхідно лише певним чином запрограмувати. Мова йде про програмовані мікроконтролери, які розроблені та використовуються для роботи в системах класу РБ. Нижче, на рисунку 5, представлені програмовані мікроконтролери, які поодиночі, або в сукупності, дають змогу реалізувати поставлену задачу розроблення спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ, шляхом їх програмування згідно розробленого алгоритму моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ, блок-схема якого була представлена вище, на рисунку 1.

Vera (3, Lite, Edge)	Siemens LOGO	Adicon (Ocelot)	Octagram (A1H2, A1U2, ...)		
INSYTE LanDrive SPIDER	OBEH	Raspberry Pi	PWU12 «RABBIT»	Beckhoff	
Mitsubishi Alpha	Zelio	Arduino	xLogic	Tecomat Foxtrot	Sonoff
Advantech ADAM-3600	INSEVIS S7	Tibbo	TAC Xenta	Baumüller	OMRON
ICP DAS	Unitronics	WAGO	Wiren Board	Velocio (Ace, Branch, Embeded)	

Рис. 5. Програмовані мікроконтролери, що можуть використовуватися в якості базової hardware-платформи для розроблюваного спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ.

Особливістю сучасного ринку програмованих мікроконтролерів є те, що на сьогодні існує надзвичайно велика кількість найрізноманітніших як відносно універсальних, так і вузькоспеціалізованих програмованих мікроконтролерних платформ та комплексів. Зумовлено це насамперед тим, що, як вже неодноразово було наголошено, кожна система РБ є по своїй суті унікальним «ювелірним виробом», і під потреби кожної такої складної системи розробники можуть дозволити собі реалізувати такий конкретний програмно-апаратний комплекс, який би максимально задовольняв вимоги саме цієї конкретної системи РБ та її подібним, не задумуючись зайвий раз про проблеми універсальності. Сприяє цьому також і відносна дешевизна таких програмованих мікроконтролерних платформ.

Висновки

В роботі розроблено спеціалізований мікроконтролер моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ, що являє собою апаратну реалізацію розроблених методів побудови та навчання моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова (МПМ) та доповнених функціональними компонентами. Крім того, розроблений спеціалізований мікроконтролер є частиною більш глобального проекту – автоматизованого

програмно-апаратного комплексу проектування та дослідження систем класу «Розумний будинок» на основі розроблених моделей, створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами. Таким чином, основне призначення розроблюваного спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ є прийняття рішень по активації актуаторів системи на основі отриманої інформації від сенсорів, збір, аналіз та опрацювання інформації від сенсорів і актуаторів проектованої системи РБ, з подальшим їх збереженням в структурованій базі даних статистики, яка, в свою чергу, в подальшому буде імпортована в розроблену програмну систему адміністрування та моніторингу системи РБ.

1. A. *Altheraish*, "Design and Implementation of Home Automation System," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 50 , no. 4, pp.1087-1092, Nov. 2004.
2. A. *Gaddam*, "Development of a Bed Sensor for an Integrated Digital Home Monitoring System," IEEE International Workshop on Medical Measurements and Applications, pp. 33-38, May 2008.
3. A.J. *Bernheim Brush*, B. *Lee*, R. *Mahajan*, S. *Agarwal*, S. *Saroiu*, C. *Dixon*, "Home automation in the Wild: Challenges and Opportunities," in CHI '11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 2115-2124, 2011.
4. *Ardam H. and Coskun I.*, "A remote controller for home and office appliances by telephone", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol.44, no.4, pp. 1291-1297, 1998.
5. *DEWSBURY, G.A. & EDGE, H.M.* (2001). Designing the home to meet the needs of tomorrow ... today: smart technology, health and well-being. Open House International 26(2) Summer, pp33 – 42
6. K. *Atukorala*, D. *Wijekoon*, M. *Tharugasini*, I. *Perera*, C. *Silva*, "SmartEye - Integrated solution to home automation, security and monitoring through mobile phones," Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, NGMAST '09, pp. 64-69, Sep. 2009.
7. K. *Madhuri*, B. L. *Sai*, B. S. *Sirisha*, "A Home Automation System Design Using Hardware Descriptive Tools," International Journal of Engineering Research & Technology, vol. 2, no. 7, Jul. 2013.
8. *SIXSMITH, A.J.* (2000). An evaluation of an intelligent home monitoring system. Journal of Telemedicine and Telecare 6(2), pp63 – 72
9. U. *Saeed*, S. *Syed*, S.Z. *Qazi*, N.*Khan*, A.*Khan*, M.*Babar*, "Multi-advantage and security based home automation system," 2010 Fourth UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation (EMS), pp.7-11, Nov. 2010.
10. V. *Singhvi*, A. *Krause*, C. *Guestrin*, James H. *Garrett Jr.*, H. *Scott Matthews*, "Intelligent Light Control using Sensor Networks," in Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems, SenSys '05, pp. 218-229, 2005.
11. *Береговська Х.В., Машевська М.В., Теслюк В. М.* Розроблення моделей систем «Інтелектуальний будинок» побудованих на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами// Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць. – Вип. 78. – Київ: ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України. – 2017. – С. 179 – 185.
12. *Береговська Х.В., Машевська М.В., Зелінський А.Я., Теслюк В. М.* Розроблення методу побудови моделей систем «Інтелектуальний будинок», створених на базі

моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць. – Вип. 79. – Київ: ПІМЕ ім. Г. С. Пухова НАН України. – 2017. – С. 176 – 182.

Поступила 2.10.2017р.

УДК 004.021, 004.942

В.М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри АСУ, НУ “Львівська політехніка”,
М.Л.Навитка, старший викладач кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
А.І.Пукач, к.т.н., здобувач,
В.Я.Коваль, асистент кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Abstract. Developed model, based on the developed specialized algorithm and Petri Nets, for the automated distribution of consumption an electricity, received from the solar panels of the Smart-House system. The developed model makes it possible to investigate the dynamics and reliability of the subsystem of automated distribution of efficient electricity consumption of the Designed Smart-House System.

Анотація. Розроблено модель на основі спеціалізованого алгоритму та теорії мереж Петрі, для автоматизованого розподілу споживання електроенергії, отриманої від сонячних панелей системи «Розумний дім» (РД). Побудована модель дає змогу дослідити динаміку підсистеми автоматизованого розподілу ефективного споживання електроенергії проектованої системи «Розумний дім».

Актуальність

В даний час відбувається бурхливий розвиток інтелектуальних технологій, які використовують в процесі проектування пристроїв різного функціонального призначення. Однією з таких технологій є системи «розумного» будинку[1-6], що забезпечують користувача високим рівнем комфорту та дають змогу суттєво економити енергоносії власнику будівлі. Тому врахування погодних умов є одним з шляхів часткової економії енергоносіїв.

Система РД аналізує прогноз погоди на найближчі кілька днів, і в залежності від того хмарний буде день чи сонячний – складає графік оптимального навантаження на електромережу. Так, наприклад, в хмарні дні система рекомендуватиме користувачу не використовувати потужні електроприлади (пральну машинку, праску, пиломок, бойлер, електричну духовку, зарядку електрокара, і т.д.), в той час як усю цю активність система плануватиме для користувача в сонячні дні.