

6. Ткачук, Р. Л. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: [посібник] / Р. Л. Ткачук, Л. С. Сікора. – Львів: Ліга-Прес, 2010. – 404 с.: схеми, табл., іл.

Поступила 4.10.2017р.

УДК 004.021, 004.942

Х. В.Береговська, аспірант кафедри ІТ, ПНУ ім. Василя Стефаника,
В. М.Теслюк, д.т.н., завідувач кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
М. М.Баран, к.ф.-м. н., доцент кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ АДМІНІСТРУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Abstract. In this paper authors reveals developed automated software system of administration and monitoring of "Smart building" systems, which also acts like programmatic realization of developed method of development Smart-House-Systems (SHS) Models, based on Petri-Markov Nets, and extended by functional components (sensors and actuators). Also presented software system is a part of more global project - an automated software and hardware complex of " Smart building" systems based on developed models, created on the basis of Petri-Markov models and supplemented by functional components.

Актуальність

В сучасному світі ми продовжуємо спостерігати за тим, як впевнено і невпинно технології змінюють наше життя, як вони потаємно проникають все глибше і глибше в наше повсякдення, сповнюючи його надіями на щасливе і безтурботне життя.

Можливе, саме тому, й досі серед інженерів, проектувальників, науковців та бізнесменів залишається неабияк актуальною тематика інтелектуальних будинків («Розумний дім», рус. «Умный дом», eng. “Smart House”). Іншою причиною досі актуальних потреб по вдосконаленню вже існуючих та розробленню нових методів та засобів в області розумних будинків (РБ) [1-7] є той факт, що кожна така система класу РБ є по своїй суті унікальним і неповторним «індивідуальним замовленням», оскільки саме системи класу РБ найбільш тісно прив’язані до конкретних вимог замовника, адже вони повинні задовільнити найбільш вибагливі побажання та примхи користувача (-ів), беручи до уваги усі його (їхні) вподобання, звички, особливості поведінки та характеру.

Саме тому, виникає необхідність в розробленні нових та вдосконаленні вже існуючих методів та засобів проектування, реалізації, впровадження, підтримки, вдосконалення та оптимізації систем класу РБ. Попри це, виникає

також і необхідність вдосконалення вже існуючих та/або розроблення нових програмних та апаратних реалізацій вищезазначених методів і моделей. Зокрема, в даній роботі представлена розроблена автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок», що являє собою програмну реалізацію розробленого методу [8] побудови моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова (МПМ) та доповнених функціональними компонентами.

Крім того, розроблена автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем РБ, є частиною більш глобального проекту – автоматизованого програмно-апаратного комплексу систем «Розумний будинок» на основі розроблених моделей, створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами.

Постановка задачі

Отже, основною задачею є розроблення спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ) – універсальної автоматизованої програмної системи адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок» (АПСАМ), що являє собою програмну реалізацію розробленого методу побудови моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова (МПМ) та доповнених функціональними компонентами.

Побудовані за допомогою даного методу моделі – являються моделями якісно нового рівня, володіють рядом переваг, і дають змогу:

- розглядати модель на семи основних рівнях декомпозиції [9] від рівня «чорного ящика» до рівня функціональних компонентів (сенсорів та актюаторів), при цьому реальні фізичні комплектуючі системи (сенсори та актюатори, які представляють реальне hardware) надзвичайно гармонійно поєднані з рештою всієї МПМ, яка відноситься до класу стохастичних моделей;
- досліджувати динаміку та надійність як окремих складових системи, так і всієї системи загалом, ще на етапі системного проектування;
- з легкістю реалізовувати розгалужуючі схеми, а також надати кількісну оцінку всім імовірнісним процесам в результаті взаємодії користувача з системою.

Важливо також відзначити, що після розробки моделі обов'язковим і не менш важливим етапом є її навчання. В роботі [2] детально описаний механізм збору та опрацювання вхідної статистичної інформації, на основі якої відбувається процес навчання моделі, а також представлений, власне, сам базовий алгоритм навчання моделей систем РБ, створених на базі МПМ та доповнених функціональними компонентами.

Розв'язання задачі

Універсальність розробленого ПЗ полягає в можливості імпорту в розроблену програмну систему моделей різноманітних систем РБ, із забезпеченням повноцінного моніторингу проєктованої системи РБ та базових механізмів її адміністрування. Реалізувати таку універсальність розроблюваної програмної системи можна виключно шляхом максимально детермінованої

класифікації абсолютно всіх складових компонентів проектованої системи РБ.

В свою чергу, моніторинг проектованої системи РБ в розроблюваній програмній системі найбільш доцільно реалізувати шляхом графічної візуалізації проектованої системи РБ, її основних складових компонентів, а також індикатора найбільш імовірної розрахункової локації користувача (-ів), нанесених на план будівлі (фізичної оболонки функціонування проектованої системи РБ), і представити всю цю графічну інформацію в основному вікні розроблюваної програмної системи.

Враховуючи вищезазначене, конфігураційний файл кожної окремої моделі проектованої системи РБ, який буде імпортуватися в розроблену АПСАМ, в обов'язковому порядку повинен містити наступну інформацію про проектовану систему РБ, причому строго в наступному порядку:

```
графічний план будівлі (з уніфікованим позначенням приміщень, стін, дверей, вікон, побутової техніки, і т.д.);
<сенсори>
  <загальний порядковий номер функціонального компонента>
  *цільне число
  </загальний порядковий номер функціонального компонента>
  <категорія>
  *«сенсор_освітлення»/«сенсор_вологості»/«сенсор_руху»/і т.п.
  </категорія>
  <заводське маркування>
  *текст: заводське маркування даного конкретного сенсора
  </заводське маркування>
  <координати розміщення сенсора в межах будівлі>
  <координата X>
  *цільне число
  </координата X>
  <координата Y>
  *цільне число
  </координата Y>
</сенсори>
<актюатори>
  <загальний порядковий номер функціонального компонента>
  *цільне число
  </загальний порядковий номер функціонального компонента>
  <категорія>
  *«реле_ввімкнення_кавоварки»/«контроллер_TV»/«реле_освітлення»/і т.п.
  </категорія>
  <заводське маркування>
  *текст: заводське маркування даного конкретного актюатора
  </заводське маркування>
  <координати розміщення актюатора в межах будівлі>
  <координата X>
  *цільне число
  </координата X>
  <координата Y>
  *цільне число
  </координата Y>
  <порогове значення імовірності запуску актюатора>
  *дійсне число
</актюатори>
<користувачі>
  <загальний порядковий номер користувача>
  *цільне число
  </загальний порядковий номер користувача>
  <пріоритет користувача>
  *цільне число
  </пріоритет користувача>
  <стать користувача>
  *Чол./Жін.
  </стать користувача>
  <ім'я користувача>
  *тест — ім'я користувача
  </ім'я користувача>
  <короткий опис особистості користувача>
  *тест —
  короткий опис основних особистісних характеристик користувача
  </короткий опис особистості користувача>
</користувачі>
```

Рис. 1. Структура конфігураційного файлу моделі проектованої системи РБ

Для розробки автоматизованої програмної системи адміністрування та моніторингу систем РБ було використане середовище розробки ПЗ Borland Delphi 7 та, відповідно, мова програмування – Object Pascal.

Ключовими моментами у виборі саме цього середовища стало те, що в даному середовищі розробки використовується саме мова програмування Object Pascal, а не С-похідні, чи Java.

Переваги Object Pascal над вищезазначеними мовами програмування, відомі та очевидні. Крім того, саме середовище Borland Delphi 7 достатньо вдало мігрувало на платформу .NET, яка є не дуже досконалою, проте, мабуть, найпопулярнішою для розробки саме десктопних аплікацій.

Інтерфейс розроблений АПСАМ надзвичайно лаконічний, і складається з основного вікна підсистеми, на якому відображається інтерактивне зображення-модель проєктованої системи РБ.

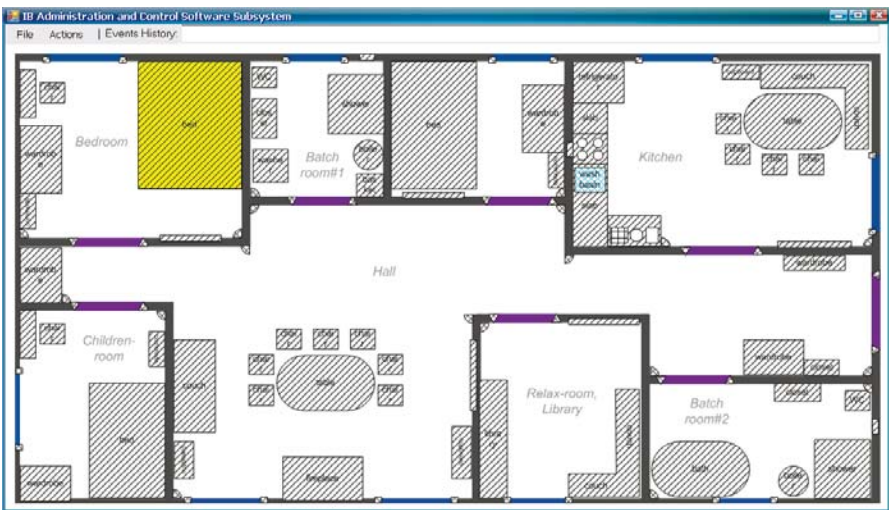


Рис. 2. Головне вікно АПСАМ з інтерактивним зображенням-моделлю проєктованої системи РБ

Основне меню розробленої АПСАМ містить наступні елементи, представлені в таблиці 1.

Крім того, якщо натиснути клавішею миші на будь-який елемент інтерактивного зображення-моделі основного вікна розробленої АПСАМ, відкриється вікно з інформацією про характеристики даного елемента (див. рис. 4), з можливістю редагування, або ж створення нового елемента.

Нижче, на рисунку 5 наведені деякі кроки моделювання в ході функціонування розробленої АПСАМ на прикладі одного із можливих сценаріїв функціонування проєктованої системи РБ та її взаємодії із користувачем.

Таблиця 1.

Основне меню розробленої АПСАМ

“File”→ ”Load IB-scheme”	діалогове вікно відкриття/завантаження графічного файлу-схеми (плану) будівлі проектованої системи;
“File” → “Load IB-parameters”	діалогове вікно відкриття/завантаження файлу параметрів проектованої системи РБ;
“File”→ ”Save IB-parameters”	діалогове вікно збереження/перезапису файлу параметрів проектованої системи РБ після того, як параметри елементів інтерактивного зображення-моделі проектованої системи РБ були змінені користувачем/адміністратором АПСАМ;
“File”→ ”Load IB DB”	діалогове вікно відкриття/завантаження файлу бази даних, отриманого в результаті функціонування апаратної частини – розробленого спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ;
“Actions”→ ”Run loaded IB DB”	(стає доступною тільки після ”<”Load IB DB”) – запускає процес зчитування даних (з подальшим моделюванням та відображенням в інтерактивному зображенні-моделі проектованої системи РБ всього процесу взаємодії користувача із проектованою системою РБ на основі даних із файлу) із попередньо відкритого файлу бази даних, отриманого в результаті функціонування апаратної частини – розробленого спеціалізованого мікроконтролера моніторингу та імовірнісного прогнозування зміни станів систем РБ (у випадку моніторингу в режимі реального часу відкривається файл потоку даних від мікроконтролера, з якого і відбувається зчитування даних та відображення їх в розробленій АПСАМ в режимі реального часу);
“Events History”	у полі “Events History” записується інформація про спрацювання сенсорів і актуаторів системи РБ із зазначенням дати та часу їх активації чи деактивації, а також впливаючою з цього інформацією про активність користувача(-ів).

Висновки

В роботі представлена розроблена універсальна автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем «Розумний будинок», що являє собою програмну реалізацію розробленого методу побудови моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова (МПМ) та доповнених функціональними компонентами.

```

eventHistory_example.evh - Notepad
File Edit Format View Help
09.09.2017 09:24:12: Sensor #58 Activated. => User 15 moving in bedroom.
09.09.2017 09:24:14: Sensor #57 Activated. => User 15 moving in bedroom.
09.09.2017 09:24:21: Sensor #56 Deactivated. => User stands up from the bed.
09.09.2017 09:24:21: Actuator #65 Activated. => Boiler in bathroom#1 is turned ON.
09.09.2017 09:24:25: Sensor #59 Activated. => User location change: bedroom -> hall
09.09.2017 09:24:25: Sensor #60 Deactivated. => User is moving in hall near bedroom|children-room.
09.09.2017 09:24:25: Sensor #61 Activated. => User 15 moving in hall near coach.
09.09.2017 09:24:25: Sensor #57 Deactivated. => User is not moving in bedroom.
09.09.2017 09:24:25: Sensor #58 Deactivated. => User is not moving in bedroom.
09.09.2017 09:24:25: Sensor #59 Activated. => User location changed: bedroom -> hall
09.09.2017 09:24:30: Sensor #60 Deactivated. => User is not moving in hall near bedroom|children-room.
09.09.2017 09:24:30: Sensor #61 Deactivated. => User is not moving in hall near coach.
09.09.2017 09:24:30: Sensor #62 Activated. => User is moving in hall near bathroom#1.
09.09.2017 09:24:35: Sensor #63 Activated. => User location change: hall -> bathroom#1
09.09.2017 09:24:35: Sensor #62 Deactivated. => User is not moving in hall near bathroom#1.
09.09.2017 09:24:35: Sensor #63 Deactivated. => User location changed: hall -> bathroom#1.
09.09.2017 09:24:35: Sensor #64 Activated. => User is moving in bathroom#1.
09.09.2017 09:24:38: Sensor #68 Activated. => User 15 near closet in bathroom#1.
09.09.2017 09:25:12:4: sensor #68 Deactivated. => User is away from closet in bathroom#1.
09.09.2017 09:25:12:6: Sensor #66 Activated. => User set on bowl in bathroom#1.
09.09.2017 09:26:07: Sensor #66 Deactivated. => User stands up from bowl in bathroom#1.
09.09.2017 09:26:07: Actuator #71 Activated. => Fen in bathroom#1 is turned ON.

```

Рис. 3. Фрагмент Events History для одного із модельованих сценаріїв

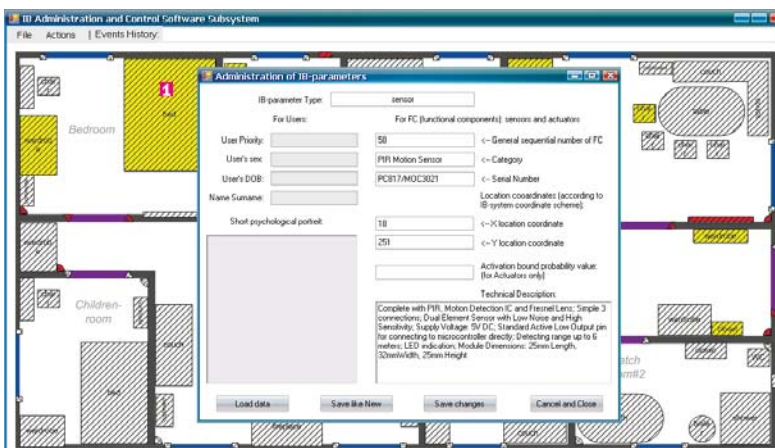
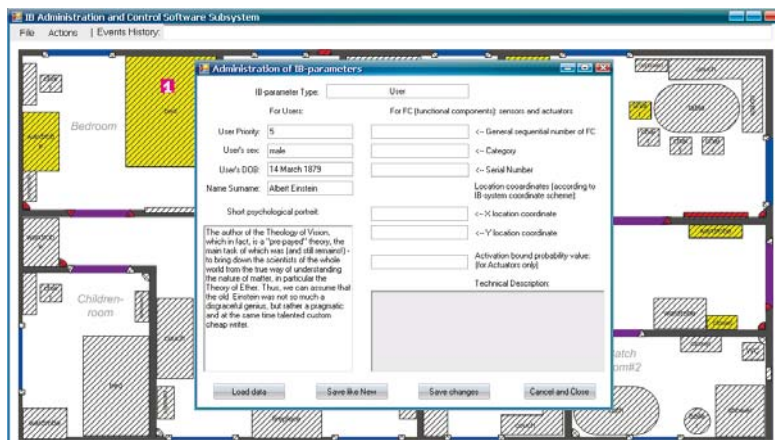


Рис. 4. Вікно з інформацією про характеристики елементів інтерактивного зображення-моделі проектованої системи РБ.

Крім того, розроблена автоматизована програмна система адміністрування та моніторингу систем РБ є частиною більш глобального проекту – автоматизованого програмно-апаратного комплексу систем «Розумний будинок» на основі розроблених моделей, створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами. Таким чином, основне призначення розробленого та представленого в даній роботі програмного забезпечення полягає в адмініструванні та моніторингу процесу функціонування елементів проектованою системи РБ, а також відображення (моніторинг) функціонування системи на основі інформації з бази даних, в якій зберігається інформація про спрацювання сенсорів і актуаторів проектованої системи в результаті її взаємодії з користувачем(-ами).

1. *M. Chetty, J.-Y. Sung, R. E. Grinter*, "How Smart Homes Learn: The Evolution of the Networked Home and Household," *Lect. Notes in Comp. Science*, vol. 4717, pp. 127-144, 2007.
2. *Hayet Lamine and Hafedh Abid*, "Remote control of a domestic equipment from an Android application based on Raspberry pi card", *IEEE transaction 15th international conference on Sciences and Techniques of Automatic control & computer engineering - STA'2014*, Hammamet, Tunisia, December 21-23, 2014.
3. *R. Pivare, M. Tazil*, "Bluetooth Based Home Automation System Using Cell Phone", 2011, *IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics Singapore*, pp. 192-195.
4. *Rozita Teymourzadeh, Salah Addin Ahmed, Kok Wai Chan and Mok Vee Hoong*, "Smart GSM Based Home Automation System", 2013, *IEEE Conference on Systems, Process & Control*, Kuala Lumpur, Malaysia.
5. *Stephen S. Intille*, "Designing a Home of the Future," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 1, no. 2, pp. 76-82, Apr. 2002.
6. *T. Teslyuk, P. Denysyuk, A. Kernyskiy, V. Teslyuk*. Automated Control System for Arduino and Android based Intelligent Greenhouse // Перспективні технології і методи проектування MEMC: матеріали дванадцятої міжнар. конф. MEMSTECH 2015, 2-6 вересня 2015, Поляна, Україна / Національний Університет "Львівська Політехніка" – Л.: Вежа і Ко, 2015 – С. 7-10- Парал. тит. арк. англ.
7. *Борейко О.Ю., Теслюк В.М., Березький О.М.* Розроблення компонентів системи відеонагляду "Інтелектуального будинку" на базі Raspberry PI // Моделювання та інформаційні технології: Збірник наукових праць- Вип. 71- Київ: Інститут моделювання в енергетиці ім. Г. С. Пухова НАН України- 2014- С. 66 - 71.
8. *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: Збірник наукових праць. – Вип. 78. – Київ: Інститут моделювання в енергетиці ім. Г. С. Пухова НАН України. – 2017. – С. 179 – 185.
9. *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: Збірник наукових праць. – Вип. 79. – Київ: Інститут моделювання в енергетиці ім. Г. С. Пухова НАН України. – 2017. – С. 176 – 182.

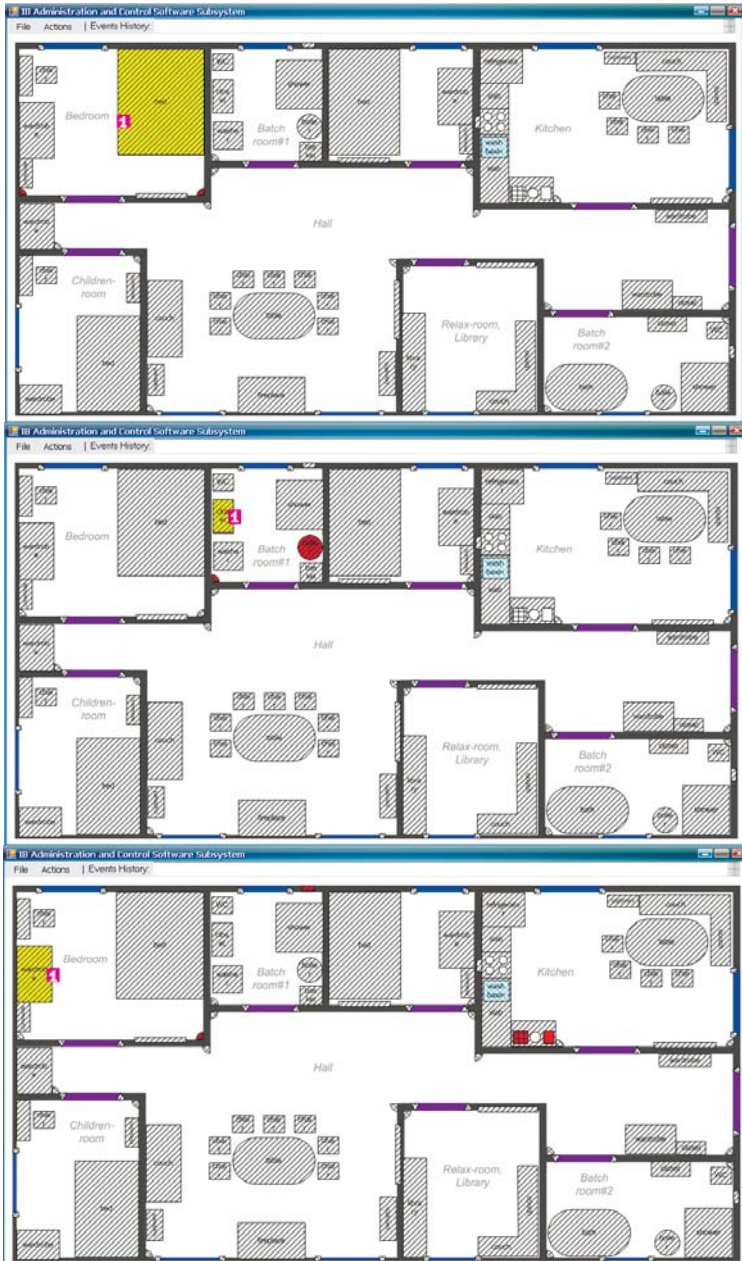


Рис. 5. Кроки функціонування розробленої АПСАМ на прикладі одного із можливих сценаріїв функціонування.

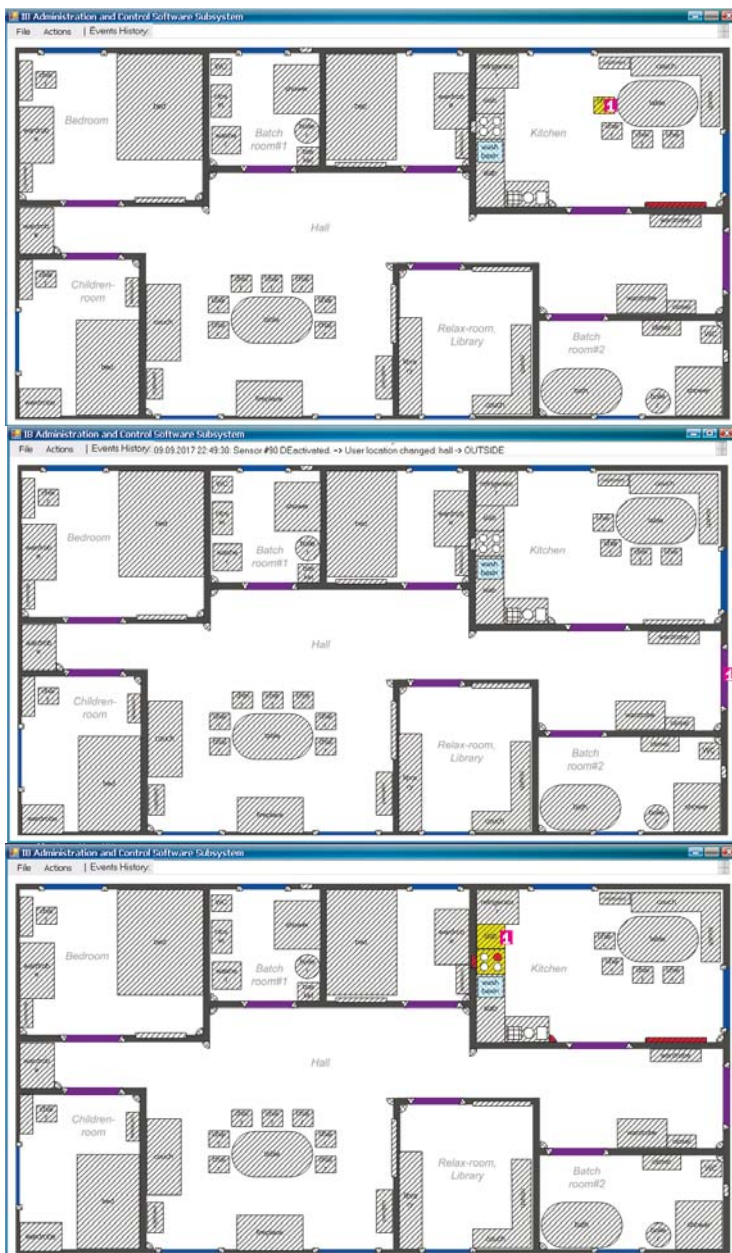


Рис. 5. Кроки функціонування розробленої АПСАМ на прикладі одного із можливих сценаріїв функціонування (Продовження)

Поступила 16.10.2017р.