

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Береговського Василя Васильовича
“Математичне та програмне забезпечення автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку”, яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт

Актуальність теми дослідження. Максимальне забезпечення комфортних умов проживання та безпеки як в побуті, так і на виробництві при максимальній економії часу та енергетичних ресурсів – це одна з тих глобальних задач, що стоїть перед науковцями та інженерно-технічними працівниками усього світу. Використання систем “інтелектуального будинку” дає змогу забезпечити вирішення цієї проблеми та реалізувати користувачу високий рівень комфорту та безпеки, а високий рівень розвитку телекомунікаційних технологій дозволяє здійснювати контроль та керування такими системами в будь-який час та з довільної відстані. Крім того, широкомасштабне впровадження таких технологій – є одним з шляхів вирішення проблеми економії енергоресурсів, адже дає можливість зменшити їх споживання за рахунок економного та ефективного їх використання.

Аналіз існуючих методів та моделей для автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку”, дає змогу стверджувати про необхідність розроблення моделей для системного рівня автоматизованого проектування, методу автоматизованого синтезу таких моделей та моделей для опрацювання нечітких та неструктурованих даних від підсистеми давачів.

Отже, наукове завдання підвищення ефективності автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку” на основі розробленого методу, моделей та засобів є актуальним. Це підтверджується також тим, що тема роботи відповідає науковому напрямку кафедри “Системи автоматизованого проектування” Національного університету “Львівська політехніка”: “Автоматизація проектування та моделювання вбудованих систем”, “Автоматизація проектування та моделювання систем “розумного будинку””.

Загальна характеристика структури і змісту дисертаційної роботи та автореферату. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел із 202 бібліографічних найменувань та 15 додатків. Робота містить 70 рисунків і 17 таблиць. Всі розділи дисертації логічно взаємопов’язані між собою.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено мету і завдання дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію щодо впровадження результатів роботи, публікації та особистий внесок.

У **першому розділі** проведено аналіз систем “інтелектуального будинку”, описано їх особливості, напрямки розвитку та цілі які ставляться при впровадженні таких систем. В залежності від визначеного рівня інтелектуалізації визначено перелік задач які повинна виконувати проектована

систем з врахуванням особливостей кожного користувача, що знаходиться в приміщенні та різного роду даних, що надходить від пристроїв збору інформації. На основі цього прийнято рішення про необхідність розроблення моделей для опрацювання нечітких та неструктурованих даних від підсистеми давачів. Проведено аналіз існуючих типів штучних нейронних мереж та дано обґрунтування їх використання для опрацювання даних в системах “інтелектуального будинку” з метою реалізації заданих функцій. На основі аналізу запропоновано використати штучні нейронні мережі типу багатосарового перцептрона та машини геометричних перетворень. Також було проаналізовано стан сучасного ринку систем «інтелектуального будинку» та існуючих підходів до їх реалізації. В результаті дослідження підходів та методів проектування таких систем зроблено висновок про необхідність розроблення моделей для системного рівня автоматизованого проектування та методу автоматизованого синтезу таких моделей, а також використання для цього теорії графів.

Другий розділ присвячено розробленню методу автоматизованого синтезу моделей для системного рівня автоматизованого проектування, побудовано моделі підсистем “інтелектуального будинку” на основі кольорових мереж Петрі та запропоновано ввести інтелектуальний аспект в процес розроблення таких систем.

В процесі автоматизованого проектування системи “інтелектуального будинку” запропоновано використовувати блочно-ієрархічний підхід та організувати його за принципом знизу до верху для систем з низьким рівнем інтелектуалізації та зверху до низу при проектуванні систем вищих рівнів інтелектуалізації.

В цьому розділі звернуто увагу на аспекти проектування. Обґрунтовано доцільність введення інтелектуального аспекту з метою підвищення ефективності автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку” та забезпечення інтелектуалізації функцій розроблювальної системи. Сформульовано основні задачі інтелектуального аспекту на усіх рівнях автоматизованого проектування.

Для автоматизації процесу синтезу моделей підсистем “інтелектуального будинку” для системного рівня запропоновано використання методу, що дає змогу на основі структури системи та алгоритму її функціонування, згенерувати в автоматичному режимі модель, яка ґрунтується на теорії мереж Петрі. Згідно цього методу передбачається використання варіанту розміщення елементів структурної моделі мережі Петрі з допомогою модифікованого силового алгоритму Фрюхтермана-Рейнгольда, який ґрунтується на фізичних аналогіях.

Розроблена дисертантом модель на основі кольорової мережі Петрі для підсистеми “інтелектуального будинку” дає змогу здійснити динамічний аналіз поведінки даної підсистеми, а отриманий граф досяжності станів демонструє досяжність усіх її запланованих станів та відсутність тупиків.

У **третьому розділі** розроблено моделі на основі штучних нейронних мереж для опрацювання нечітких та неструктурованих даних та побудовано структуру системи “інтелектуального будинку”, яка ґрунтується на нейроконтролерах.

В цьому розділі розроблені моделі на основі нейроконтролера, що реалізує штучну нейронну мережу типу багатошарового перцептрона для опрацювання нечітких даних від давачів підсистем клімат-контролю, освітлення, захисту та запобігання технічних аварій “інтелектуального будинку”. Описано принципи вибору кількості нейронів на основі теореми Колмогорова – Арнольда – Хехт-Нільсена.

Розроблено програмне забезпечення нейроконтролерів, яке враховує специфіку та особливості мікроконтролера AVR, що дає змогу швидко вносити зміни в функціональність нейроконтролера та забезпечує його низьку вартість. Результати тестування розроблених моделей дають підставу стверджувати, що побудовані моделі працюють правильно та коректно.

Четвертий розділ присвячено розробці структури програмних систем для автоматизації проектування систем “інтелектуального будинку”, описано розроблене програмне та інформаційне забезпечення побудованих систем і наведено результати застосування розробленого математичного забезпечення для автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку”.

Метод та моделі реалізовані в розроблених програмних системах які складаються з двох частин. Перша призначена для автоматизованого синтезу моделей на основі мереж Петрі для системного рівня проектування, а друга – призначена для автоматизованого синтезу моделей штучних нейронних мереж на основі вхідних даних якими є функції підсистем “інтелектуального будинку”.

Наступним важливим етапом розроблення програмної системи є побудова інформаційного забезпечення у вигляді структури класів даних системи синтезу моделей на основі мереж Петрі. Розроблена структурна схема організації обміну даними між системою “інтелектуального будинку” та підсистемою віддаленого керування важливим елементом якої є інформаційне забезпечення, зокрема файл з параметрами настроювання підсистем “інтелектуального будинку”, для опису якого використано мову XML.

Побудовано також фізичні моделі підсистем “інтелектуального будинку” у формі нейроконтролера, які використовують мікроконтролер AVR та програмну модель на основі штучної нейронної мережі.

У **додатках** наведено приклади кодів програм, які реалізують нейрофункції для підсистем “інтелектуального будинку”, параметри та результати навчання штучних нейронних мереж підсистем, приклади моделей на основі мережі Петрі в XML форматі, акт впровадження.

За своїм змістом автореферат дисертації в повній мірі відображає основні положення дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірності і новизни. Отримані автором теоретичні і практичні результати мають належний рівень обґрунтованості, який було досягнуто за рахунок коректного використання, для розв’язання поставлених задач, теорії системного аналізу, теорії кольорових та простих мереж Петрі, теорії графів, теорія математичного моделювання та штучних нейронних мереж, а також принципів об’єктно-орієнтованого програмування. Отримані результати узгоджуються із відомими в літературі теоретичними і експериментальними дослідженнями.

Новизна наукових положень роботи полягає в наступному:

1. Вперше розроблено моделі системного рівня автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку», які ґрунтуються на теорії кольорових мереж Петрі та дають змогу визначити динаміку роботи, перевірити спроектовану систему на наявність тупиків, живучість та обмеженість.

2. Вперше введено інтелектуальний аспект на усіх рівнях автоматизованого проектування таких систем та сформульовано основні задачі на кожному з них, що дає змогу підвищити ефективність автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку».

3. Вдосконалено моделі підсистем клімат-контролю, освітлення, захисту та запобігання технічних аварій «інтелектуального будинку», які використовують штучні нейронні мережі на основі багатoshарового перцептрона, що дає змогу опрацьовувати нечіткі та неструктуровані дані від підсистеми давачів.

4. Отримав подальший розвиток метод автоматизованого синтезу моделей на основі теорії мереж Петрі для системного рівня автоматизованого проектування, який ґрунтується на інформації про структуру системи і теорію графів та дає змогу автоматизувати побудову структурних моделей підсистем «інтелектуального будинку».

5. Отримали подальший розвиток фізичні моделі підсистем клімат-контролю, освітлення, захисту та запобігання технічних аварій «інтелектуального будинку», у формі нейроконтролера, які використовують мікроконтролер AVR та програмні моделі на основі штучних нейронних мереж, і дають змогу дослідити адекватність побудованих моделей, швидкодію, надійність та функціональність розроблених підсистем.

Значення одержаних автором дисертації результатів для науки і практики.

Наукове значення результатів дисертації полягає у розвитку методології автоматизації проектувальних робіт та її використання для розроблення систем «інтелектуального будинку».

На основі розробленого методу і моделей та їх програмної реалізації, побудовано структуру системи автоматизованої побудови моделей на основі теорії мереж Петрі та системи побудови і дослідження моделей на основі штучних нейронних мереж. Розроблено алгоритми функціонування систем автоматизованої побудови моделей на основі теорії мереж Петрі та системи побудови і дослідження моделей на основі штучних нейронних мереж.

Розроблено програмне забезпечення нейроконтролерів, яке враховує специфіку та особливості мікроконтролера AVR, використовує мову високого рівня та штучні нейронні мережі, що дає змогу швидко вносити зміни в функціональність нейроконтролера та забезпечує низьку його вартість.

Розроблено математичне та інформаційне забезпечення системи автоматизованої побудови моделей на основі теорії мереж Петрі та системи побудови і дослідження моделей на основі штучних нейронних мереж.

В процесі виконання дисертаційної роботи, розроблено засоби автоматизації, які включають два програмних продукти. Перший призначений

для автоматизованого синтезу моделей на основі мереж Петрі для системного рівня проектування, а другий – для автоматизованого синтезу параметрів штучних нейронних мереж на основі вхідних даних якими є функції підсистем «інтелектуального будинку».

Ефективність та високу точність запропонованих методу та моделей підтверджено актом впровадження Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України. У ньому відмічено, що результати роботи дають змогу підвищити ефективність автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку», зменшити економічні затрати та скоротити час на проведення проектувальних робіт.

Наведені у дисертаційній роботі наукові результати досліджень і практичні розробки є новими і відрізняються від існуючих.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих роботах.

Ознайомлення з дисертацією, авторефератом та копіями статей дає можливість зробити висновок про повноту публікації здобутих наукових результатів. Основний зміст дисертації достатньо повно відображено у 21 науковій праці, серед яких: 1 публікація у закордонному науковому періодичному виданні, 11 статей у виданнях, що входять до Переліку наукових фахових видань з технічних наук та 9 публікацій у матеріалах і тезах доповідей наукових конференцій.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В першому розділі дисертаційного дослідження, на мою думку, варто було б більше уваги приділити аналізу програмних засобів, які використовуються для автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку».

2. Відсутня оцінка параметрів розробленого методу: економічність, надійність, універсальність та ін.

3. З дисертаційного дослідження не зрозуміло, як контролюється похибка навчання штучних нейронних мереж.

4. У 4-му розділі дисертації більше уваги, варто було б, приділити опису особливостей розроблення та реалізації програмних засобів для автоматизованого синтезу моделей системного рівня на основі мереж Петрі, та моделей на основі штучних нейронних мереж.

5. Відсутні вимоги до мікроконтролерів та давачів, що використовуються для реалізації фізичних моделей підсистем «інтелектуального будинку».

6. В роботі відсутня інформація щодо оцінки ефективності процесу автоматизованого проектування систем «інтелектуального будинку» з використанням розробленого методу та моделей.

7. Не витримані вимоги до оформлення блок-схем алгоритмів (рис.3.7, рис.4.2, рис.4.3, рис.4.10, рис.4.11).

Однак перелічені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок

У цілому, дисертаційна робота “Математичне та програмне забезпечення автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку”, є завершеним науковим дослідженням, в результаті якого отримано нові наукові результати в області систем автоматизації проектувальних робіт, що в сукупності вирішують актуальну наукову задачу підвищення ефективності автоматизованого проектування систем “інтелектуального будинку”.

Матеріал дисертації викладено послідовно, чітко і зрозуміло. Висновки до кожного розділу і дисертації в цілому тісно пов'язані з їх змістом і відображають суть виконаних досліджень. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення і результати дисертації.

За актуальністю тематики, рівнем виконання, новизною результатів, їх науковим і практичним значенням, обґрунтованістю висновків дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, що висуваються до кандидатських дисертацій з технічних наук.

Зміст дисертації відповідає спеціальності 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт, а її автор, Береговський Василь Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Завідувач кафедри інформаційних технологій
Національного лісотехнічного університету
України, д.т.н., професор

Я.І.Соколовський

25.04.2017

ЗАВІРЯЮ
Вчений секретар
Національного лісотехнічного
університету України

25.04 2017. Підпис

