

Міністерство освіти і науки України
Національний університет "Львівська політехніка"

Маркелов Олександр Едуардович



УДК 004.4'22:004.5:004.414.32

**ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИНТЕЗУ ІНТЕРФЕЙСІВ
КОРИСТУВАЧА НА БАЗІ РЕПОЗИТОРІЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПАТЕРНІВ**

05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті "Львівська політехніка" Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Лобур Михайло Васильович,
Національний університет "Львівська політехніка",
завідувач кафедри систем автоматизованого проектування.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Соколовський Ярослав Іванович,
Національний лісотехнічний університет України,
завідувач кафедри інформаційних технологій;

кандидат технічних наук, доцент
Мілютіна Світлана Святославівна,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та мехатроніки

Захист дисертації відбудеться 12 травня 2017 р. о 14⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05 у Національному університеті "Львівська політехніка" за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, 2, XI навчальний корпус, аудиторія 218.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету "Львівська політехніка" за адресою 79013, Львів, вул. Професорська, 1.

Автореферат розісланий "06" квітня 2017 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 35.052.05, д.т.н., проф.



Р. А. Бунь

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дисертації. Актуальність роботи зумовлена необхідністю існування структурованої пошуково-інформаційного, програмно-методичного комплексу (репозиторію) інструментальних засобів для автоматизації процесу підбору (синтезу) відповідних компонентів інтерфейсу користувача (ІК) не лише за загальним графічним виглядом (графічний ІК – ГІК), а й програмним кодом, функціональними характеристиками, параметрами візуалізації, методами обробки дій користувача з підказками для вибору альтернатив з множин елементів ІК, інтелектуалізацією рекомендацій для зваженого позиціонування компонентів інтерфейсу на полі макетування. Також актуальність роботи зумовлена загальними тенденціями розробників програмних продуктів до пошуку нових засобів організації централізованих інформаційних сховищ даних для патернів, метрик, досвіду проектування інтерфейсної взаємодії. Моделями поведінки користувачів й адаптивності інтерфейсів займалися: Смирнов Б.А, Гулий Ю.І, (Харків. авіац.інститут); Ходаков Д.В., Бень А.П. (Херс.нац. техн. унів.); Січкаренко В.О., (Інститут кіберн. ім.В.М.Глушкова); Пантелеймонов А.А. (Київ. політехн. ін-т); Ночевнов Д.П. (Черк. держ.техн.унів.); реінженерія застосувань із графічним інтерфейсом: Пантелеймонов А.А. (Київ.політехн.інст.). Серед іноземних дослідників слід виділити: Robert Torres, Teo Mandel, Jakob Nielsen, Tammy Sachs, Gary McClain та інші. Зростання кількості та варіантів елементів ІК з багатоваріантною багатомовною програмною реалізацією потребує створення засобу для класифікації, систематизації та ефективного пошукового механізму. Також серед чинників, які спонукають до досліджень, є: експоненціальне зростання кількості програмного забезпечення (ПЗ) прототипування інтерфейсів із подібними функціями без якісного зростання нових засобів оперування характеристиками компонентів ІК на ранніх етапах планування та розроблення; еволюційний, ітераційний розвиток способів та метафор інтерфейсу ПЗ і необхідності пошуку інструментів проектування інтерфейсів під ці нові підходи; необхідність збереження ефективності взаємодії в діалоговому режимі проектувальників та програмістів із інструментами прототипування; необхідність динамічної адаптації проектувальника під нові, ще більш інтенсивні, терміни виконання завдань; необхідність впровадження антропоцентрованості проектування інтерфейсних полів ПЗ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри «Системи автоматизованого проектування» Національного університету «Львівська політехніка»: «Розроблення та впровадження комп'ютерних систем автоматизованого проектування організаційно-технічних систем». Об'єкт, предмет та методи досліджень повністю відповідають напрямкам наукової роботи, що проводяться на кафедрі. Робота виконана в межах науково-дослідних робіт: «Розробка засобів моделювання критичних теплових режимів МЕР на основі прогресивних технологій проектування» (01.01.2003-31.12.2004 рр., № держ. реєстр. 0104U002326); «Розроблення складних інформаційних систем для колективного розподіленого проектування інженерно-технічних та еколого-економічних об'єктів» (01.06.2007-31.12.2009 рр., № держ. реєстр. 0107U006231).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розроблення на основі системного підходу програмно-методичного комплексу інструментальних засобів ефективної автоматизації синтезу екранних прототипів ІК програмних продуктів для забезпечення процесів діалогових взаємодій розробників шляхом пошуку, модифікації, інтеграції та створення гнучких варіантних діалогових послідовностей, кодів програмних реалізацій ІК на базі систематизованого репозиторія формалізованих принципів, методик, методів

проектування ІК, моделей поведінки користувача та патернів програмних реалізацій. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- аналіз сучасного стану методів, концепцій, метафор, процесів, засобів побудови діалогових взаємодій користувачів програмного забезпечення;
- систематизація, класифікація типів інтерфейсів користувача; систематизація та класифікація метрик ПЗ прототипування користувацьких інтерфейсів; систематизація засобів оцінювання, опису поведінки користувачів; систематизація програмування ІК, патернів розробки ІК; систематизація та класифікація користувацьких компонентів інтерфейсу;
- розроблення та удосконалення методу оцінювання впливу користувачів на систему «людина-техніка», методу накопичення досвіду інтерактивних взаємодій користувача, методу оцінювання засобів моніторингу подій ІК, методу оцінювання засобів прототипування та вибору мови декларування ІК;
- розроблення інформаційної архітектури засобів репозиторію патернів користувацького інтерфейсу;
- розроблення інформаційного, лінгвістичного, програмного забезпечення репозиторія інтелектуальних патернів компонентів, конструктивів інтерфейсу користувача;
- розроблення програмно-методичного комплексу інструментальні засобів дослідження та накопичення даних про взаємодії з інтерфейсами, засобів розпізнавання шаблонних елементів, які би забезпечили автоматизацію програмування прототипів інтерфейсної складової, засобів синтезу програмних кодів ІК;
- апробація розроблених методів, інформаційних архітектур, алгоритмів, засобів на тестових даних.

Об'єкт дослідження – процес автоматизованого проектування графічного інтерфейса користувача програмних систем.

Предмет дослідження – математичні моделі поведінки користувача ПЗ, технології проектування, макетування інтерфейсного поля користувача ПЗ на базі систематизованих патернів досвіду використання і програмування інтерфейсу користувача.

Методи дослідження. У процесі розв'язування поставлених задач використано: системного аналізу та проектування, прямого спостереження поведінки (input device tracking, mouse tracking, eye-tracking); статистичні методи; теорія ймовірності; теорія векторів; теорія графів (інформаційна пропускна здатність оперування, траєкторії діалогів); теорія масового обслуговування; множинний підхід опису; моделі діяльності; методи експертних оцінок; багатокритеріальні оцінки; теорія згорток; колірні моделі; координатні системи та координатні представлення; геометричні моделі; методи розпізнавання контурів; методи та патерни об'єктно-орієнтованого проектування та програмування.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше на основі використання методів критичного аналізу, методів систематизації й класифікації, здійснено комплексну систематизацію діалогових взаємодій користувача програмного забезпечення, в якій, на відміну від існуючих, здійснено ієрархічний поділ з врахуванням типів користувачів, концепцій організації діалогу, форми, способи інтелектуалізації, кінематичні способи керування інтерфейсом, що дає змогу єдиним чином відображати предметну область та внести принципи групування й структурування даних в інформаційний репозиторій патернів синтезу інтерфейсів користувача;
- вперше на основі методів системного аналізу, декомпозиції та системного проектування запропоновано та обгрунтовано інформаційну інтегровану архітектуру засобів синтезу (побудови) програмних інтерфейсів користувача, з врахуванням даних накопичення досвіду використання, патернів проектування інтерфейсів варіантних типів, патернів

візуальних, функціональних, програмних кодів конструктивних елементів інтерфейсу користувача, що дозволило за рахунок автоматизації процесів на 5 % пришвидшити адаптацію користувача до нового ПЗ, та пришвидшити роботу програмістів-розробників інтерфейсів ПЗ до 30%;

- на основі використання методів статистичного аналізу та експертних оцінок, удосконалено методи оцінювання якісних характеристик існуючих програмних засобів прототипування та програмування інтерфейсів користувачів, що дало змогу оцінювати характеристики існуючих спеціалізованих мов програмування та декларування описів програмних кодів інтерфейсів користувачів, а отже й зменшувати час на визначення загального критерію використання певного засобу чи технології до застосування у проектах побудов інтерфейсів користувача;
- на основі використання методів геометричного моделювання удосконалено моделі ієрархічного поділу поля макетування компонентів графічного інтерфейсу користувача, що з врахуванням аналізу інтегрованих даних з репозиторію про використання, аналізу зв'язаних та взаємозамінних компонентів інтерфейсу, дає змогу трансформації (реінженірингу) програмних лексем опису інтерфейсу під варіантні пропорційні розміри екранного відображення.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Одержані результати у вигляді ієрархічних класифікацій інтерфейсних взаємодій; якісні та кількісні статистичні дані застосованих конструктивів інтерфейсу користувача в САПР, кроки та алгоритми методів оцінювання засобів прототипування інтерфейсів користувачів, якісні оцінки мов декларування ІК, інформаційні засоби та програмні засоби можуть використовуватися у подальшому розробниками для удосконалення існуючих засобів проектування чи прототипування інтерфейсів; спеціалістами з концептуального проектування інтерфейсних взаємодій користувача з ПЗ та у навчальному процесі.

2. Одержані у дисертаційній роботі результати можуть бути застосовані, наприкладі ІТ індустрії України, для спеціалістів: дизайнер інтерфейсів; проектувальник взаємодій; спеціаліст, дослідник, експерт, тестувальник зручності використання; інформаційний архітектор; програміст користувацьких інтерфейсів. Натомість на прикладі вакансій ІТ індустрії світу: GUI Developer; Human (User) Experience Designer; Human Factors Engineer; Interface Designer; Usability Researcher Engineer; User Experience Strategist; Visual User Interaction Designer.

3. Результати досліджень впроваджено у навчальний процес на кафедрі «Системи автоматизованого проектування» Національного університету «Львівська політехніка» у процесі викладання дисципліни «Методи побудови інтелектуального інтерфейсу користувача в автоматизованому проектуванні» для студентів спеціальності 7.05010103 / 8.05010103 «Системне проектування» (спеціалісти та магістри). Також результати досліджень впроваджено (використовуються) у виробничій діяльності ТзОВ «Едвантіс» (м. Львів), що підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати теоретичних та практичних досліджень, викладені в дисертаційній роботі, одержані автором особисто. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, дисертанту належать: критичний систематизований аналіз існуючих підходів розробки діалогових систем та оцінка придатності їхнього застосування в інтерфейсах користувача графічного редактора схем, реалізація редактора схем [1, 9]; визначення критеріїв до систематизації кінетичних типів інтерфейсів користувача, формування ієрархічної класифікації виділених об'єктів [12]; ідея та спосіб специфічного застосування інтегрованого середовища програмування, зокрема редактора форм інтерфейсу користувача та, в якості препроцесорного засобу автоматизації проектування

площинного компоювання корпусів мікросхем із подальшим скриптовим експортуванням у САПР SolidWorks для перевірки функціональних можливостей інтеграції API двох систем, опрацювання результатів тестових експериментів [13]; групування та систематизація шаблонів інтерфейсів користувача на площині [14]; визначення критеріїв оцінювання, формалізація моделі порівняння мов декларування інтерфейсів користувачів, результати статистичного аналізу [4, 16]; визначення критеріїв впливу на людино-технічні системи, отримання інтегрованої оцінки тренерованості користувача на сценарій взаємодії [17]; формалізація моделювання досвіду користувач діалогових систем, узагальнення результатів «температурних карт» густини взаємодій [5, 18]; визначення критеріїв оцінювання, формалізація методу оцінювання, підбір досліджуваних засобів моніторингу подій ІК [19]; ідея та алгоритмізація процесу автоматизації перетворення ІК з графічної форми в програмний код [20]; опис етапів сегментації зображення на конструктивні елементи ГІК та проведення експериментальних випробовування синтезу інтерфейсу [21]; структура процесу автоматизованого перепрограмування інтерфейсу користувача з використанням репозиторію конструктивів ГІК та архітектури транслятора лексем кодів мов програмування [22]; розробка та реалізація інформаційного забезпечення репозиторію лексем для реінженірінгу програмного коду рівня інтерфейсів користувача [23]; статистичний аналіз конструктивів ГІК в середовищах розробки ПЗ, розробка та реалізація інформаційного забезпечення та програмного забезпечення репозиторію візуальних і програмних характеристик компонентів ГІК [24]; проведення детального статистичного аналізу існуючих САПР машинобудування на реалізований в них спектр компонентів ГІК, систематизація та візуалізація результатів статистичних обчислень [25]; розроблення та реалізація архітектури та інформаційного, лінгвістичного, програмного забезпечення засобу накопичення подій ІК [26]; схема функцій кінематичного «робочого столу» [28].

Апробація результатів дисертації. Основні наукові, теоретичні положення та практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на: Міжнар. конф. «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії», TCSET (м. Львів, с.м.т. Славсько, 2002, 2010 pp.); Міжнар. конф. «Computer Science and Engineering», CSE (м. Львів, 2010 p.); Міжнар. конф. «Computer Sciences and Information Technologies», CSIT (м. Львів, 2010, 2012-2014 pp.); Міжнар. конф. «The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics», CADSM (с.м.т. Славсько, 2001, 2011, 2013 pp.); Міжнар. конф. «Perspective Technologies and Methods in MEMS Design», MEMSTECH (м.Львів-Поляна, 2010 p.); Україно-польській конференції «CAD in Machinery Design. Implementation and Education Problems», CADMD (м. Львів, 2010, 2012, 2014 pp.); Всеукр. школі-семінарі молодих вчен. і студ. «Сучасні комп'ютерні інформаційні технології», АСІТ (м. Тернопіль, 2011, 2014, 2016 pp.); науково-технічних семінарах кафедри «Системи автоматизованого проектування» НУ «Львівська політехніка» (2001-2002, 2011-2016 pp.).

Публікації. За результатами досліджень, викладених у дисертації, опубліковано 28 наукових праць, з них: 7 статей опубліковано у фахових наукових виданнях України (з них: 4 одноосібно); 1 стаття у науковому періодичному виданні іноземної держави; 20 публікацій в матеріалах та тезах доповідей науково-технічних конференцій, з яких: 15 міжнародні, 5 всеукраїнські (з них: 3 одноосібних публікації). Серед цих наукових праць 8 публікацій у виданнях, індексованих у міжнародних наукометричних базах даних, а саме з них: 3 в Scopus (індекс автора: 8393585000); 5 в IEEE (індекси автора: 37284843500 та 38014474900); 8 в Google Scholar (індекс автора: EWSnvSoAAAAJ); 5 в Microsoft Academic (індекси автора: 56148571; 50366576 та 49392523); 3 в ORCID (індекс автора: 0000-0002-2432-0768).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із переліку умовних скорочень, списку рисунків, списку таблиць, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел із 160 найменувань на 19 сторінках та 2-х додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає: 184 сторінки, з них 151 сторінка основного тексту, 90 рисунків, 12 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Наведено дані про впровадження результатів роботи, її апробацію, публікації та особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** розглянуто основні світові тенденції провідних компаній виробників ПЗ в напрямку дослідження взаємодій користувачів з інтерфейсами ПЗ. Розглянуто та проаналізовано визначення у межах проектування ІК та патернів проектування. Виявлено, що спостерігається загальна тенденція великих корпорацій з розробки програмного забезпечення, таких як Google, Microsoft, Adobe, Apple, АBBYY, Ahead, Eset та інших, до включення до складу своїх програмних продуктів засобів інтегрованої методики дослідження кінцевих користувачів, їхньої поведінки при взаємодії з ПЗ та уподобаннями у користуванні.

Проаналізовано діалогові процеси, представлено реферативний огляд існуючих концепцій та метафор побудови ІК. Виявлено, що системному аналізу підлягають такі сторони об'єкту діалогових систем (ДС), як: класифікація за різними ознаками (типом користувачів, проблемною орієнтацією, методами організації діалогу та програмного забезпечення тощо); систематизація та класифікація типів, форм та режимів діалогу; аналіз метафор (ідей), які покладено в основу діалогу, аналіз позитивних якостей інтерактивної графіки і їх вплив на ефективність роботи користувача.

Проаналізовано та описано різновиди концепцій патернів інтерфейсів користувачів таких, як: 1) інтерфейс командного рядка (CLI) і текстовий (TUI); 2) графічний інтерфейсу користувача (GUI); 3) інтерфейс імітації кінетичних взаємодій цифрових об'єктів; 4) інтерфейс доповненої реальності (Augmented reality UI); 5) матеріальний інтерфейс користувача (Tangible UI); 6) жестовий інтерфейс користувача (Gestures UI); 7) розчерковий інтерфейс (Calligraphic interface); 8) мімічний користувацький інтерфейс (Mimic UI); 9) масштабований інтерфейс користувача (Zooming UI); 10) фізично трансформований інтерфейс користувача; 11) соціалізований інтерфейс користувача. Виявлено, що для кожного різновиду концепції необхідна систематизація, класифікація та формування патернів проектування ІК. Проаналізовано проектні процеси побудови ІК, процеси проектування зручності та досвіду користувача, складові процесу ергономічного проектування. Виявлено необхідність розвитку, деталізації та автоматизації складових цих процесів на етапах планування, прототипування, макетування і побудови користувацьких інтерфейсів. Запропоновано ієрархічну систематизацію користувацьких взаємодій (*рис.1*) та кінетично-орієнтованих інтерфейсів (*рис.2*).

Здійснено порівняльний аналіз більше 15 інформаційних засобів прототипування ІК за критеріями: прототипування мобільних інтерфейсів; прототипування десктопних інтерфейсів; робота на мобільних пристроях; робота з сфотографованими ескізами; робота з графічними файлами; генерування програмного коду прототипу. Також здійснено порівняльний аналіз більше 6 програмних середовищ розробки ІК (Delphi, Lazarus, Microsoft VisualStudio, MonoDevelop, NetBeans/Eclipse, QT Nokia) в основному за параметрами: підтримка мов програмування; кількістю та спектром типових компонентів

ІК. Виявлено, що більшість сучасних популярних середовищ розробки ПЗ не містять засобів для врахування аспектів історичної реалізації, еволюції компонентів GUI, щоб забезпечити можливість вибору альтернатив для інтерфейсного управління. Переважна більшість конструктивів ІК є невід'ємною складовою середовищ з прив'язкою вихідних кодів до мови програмування. Проведений порівняльний аналіз 4 спеціалізованих мов декларування ІК в ПЗ за більше ніж 17 параметрами, що розподілені в 4 групи: якість ІК проекту; витрати на реалізацію ІК; час на реалізацію/модифікацію ІК; складність реалізації/модифікації ІК. Розгляд процесів проектування ІК показав відсутність прямого зв'язку між даними використання готових інтерфейсів і можливостями їх використання безпосередньо на стадіях планування, прототипування та реалізації.



Рис. 1. Схема систематизації діалогових користувацьких взаємодій ПЗ

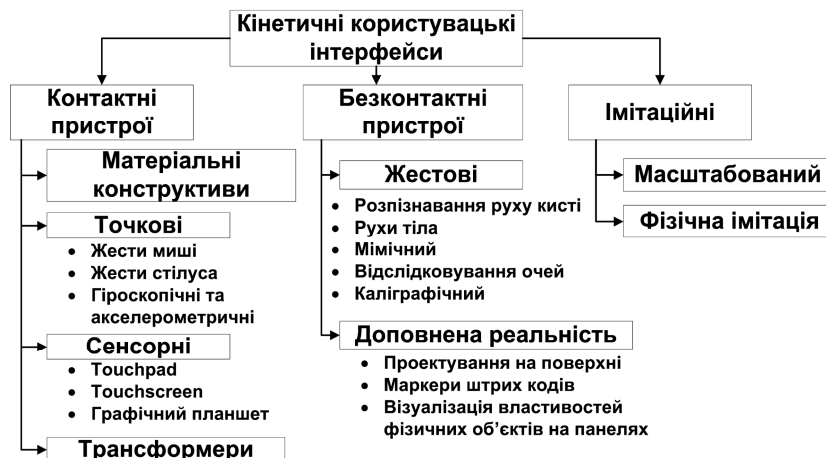


Рис. 2. Схема кінематичних підходів проектування інтерфейсів

У **другому розділі** виявлено та описано факторні параметри та метрики, які мають вплив на якість створюваних ІК. Запропоновано спосіб формалізації досвіду користування накопичення діалогової інформації на площинному компоунванні інтерфейсу. Матриця фіксації активних дій користувача віконного інтерфейсу програми: $MU = \|t_{xy}\|_{\substack{x=1..n \\ y=1..m}}$, де

$t_{xy} \geq 0$ – консолідований час активності над пікселем (переміщення, утримання, натискання, виділення, наведення тощо). Кінематичні індекси активності користувача:

1) статична активність користувача (A_s) – характеристика уваги: $A_s = \frac{n_s}{T \cdot f_{ps}}$, де n_s –

кількість зареєстрованих точок спостереження за положенням «миші» без переміщення; T – загальний час сесії активності користувача; f_{ps} – частота спостереження відліків за секунду;

2) рухома активність користувача (A_m) – характеристика дієвості: $A_m = \frac{n_m}{T \cdot f_{ps}}$, де

n_m – кількість зареєстрованих точок спостереження за положенням «миші» з переміщення.

Загальна кількість зареєстрованих точок спостереження: $n_{s,m} = n_s + n_m$. Геометричну інтерпретацію цього процесу показано на *рис. 3*.

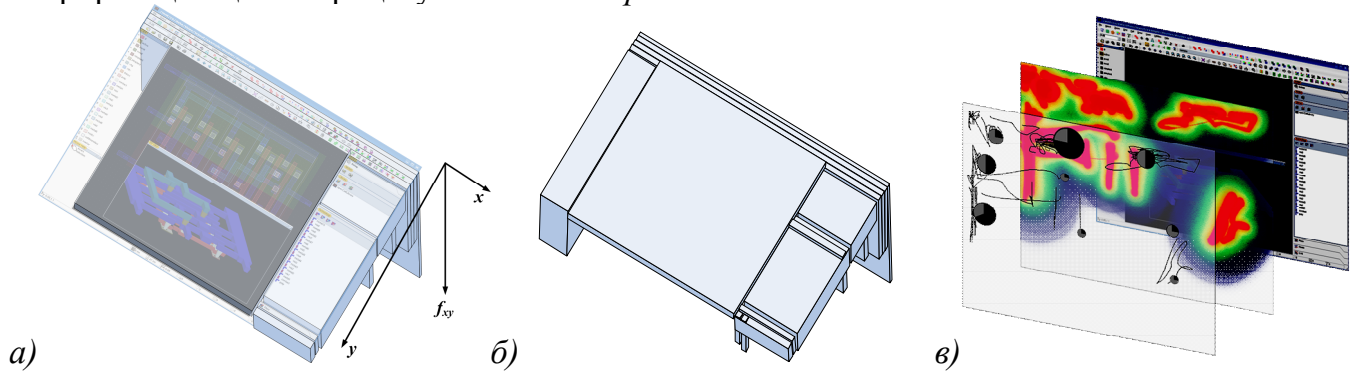


Рис. 3. а) простір координат б) геометрична 3D стовпцева декомпозиція інтерпретації вагових ступенів функціонального призначення пікселя інформаційного поля на області екрану ІК; в) узагальнена «температурна карта» користувацької активності дій з ІК

Для обчислення активності користувача над об'єктом ГІК використовується час, який «миша» провела на об'єкті та кількість активних дій. Адитивна формула має вигляд: $a = \omega_{move} \cdot \sum_{i=1}^k t_i + \omega_{action} \cdot \sum_{j=1}^n type_j$, де ω_{move} та ω_{action} – коефіцієнти вагомості дій; k та

n – кількість відповідних дій; t_i – час дії; $type_j$ – тип важливості дії. Мультиплікативний спосіб оцінки, для того щоб хаотичні кліки та простоювання «миші» мали менший ефект:

$$a = \left(\left(\omega_{move} \cdot \sum_{i=1}^k t_i \right) + d_{move} \right) \cdot \left(\left(\omega_{action} \cdot \sum_{j=1}^n type_j \right) + d_{action} \right),$$

де d_{move} та d_{action} – компенсаційні коефіцієнти вагомості дій.

Здійснено систематизацію та представлено типові конструктиви ГІК ПЗ. Статистика здійснювалась по більше 98 конструктивами ГІК, як: Button, Icon Button, Split Button, Cycle button, Checkbox, Radio button, Spinner (StepperInput), Switcher (Toggles), Frame та інші... Усі конструктивні елементи вкладені в 6 груп: command input (option), the container, the input-data selection, navigation, information, widget / gadget.

Ефективність та зручність використання користувачем ПЗ для розв'язання певних задач залежить від площинного компоунвання інтерфейсних візуальних об'єктів

функціонального керування. Запропоновано схему процесу поділу макетів каркасів компонування ГІК. Групування елементів відносно границь розміщення елементів у макеті (Layout) графічного поля (рис. 4,а) програм з однією основною робочою зоною. Так макет можна розділити на 5 частин: NORTH (північ), WEST (захід), CENTER (центр), EAST (схід), SOUTH (південь). Якщо у програмі не можливо явно виділити певну зону групування компонент відносно даного поділу, то значить така зона в макеті відсутня і розділена між іншими зонами (рис. 4,б,в,г). Є чотири випадки: а) загальний; б) відсутня зона CENTER; в) відсутні зони WEST та EAST; г) відсутні зони WEST, CENTER, EAST.

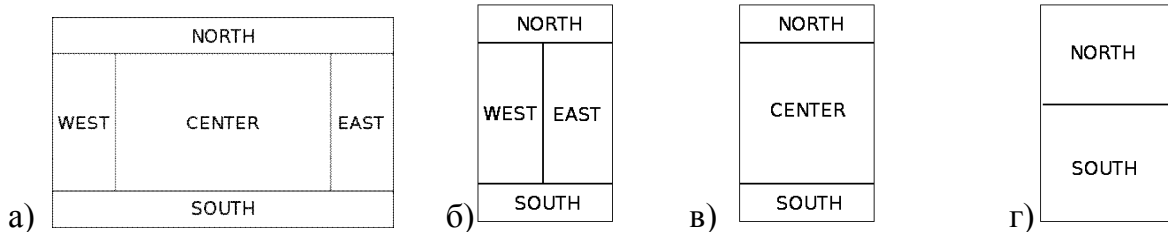


Рис. 4. Поділ розміщення компонент на графічному макеті програми

Отже, подані (рис. 5) класифікації дозволять розробити уніфіковані алгоритми перетворення інтерфейсу програмних засобів під час перенесення продукту під інший екранний пристрій.

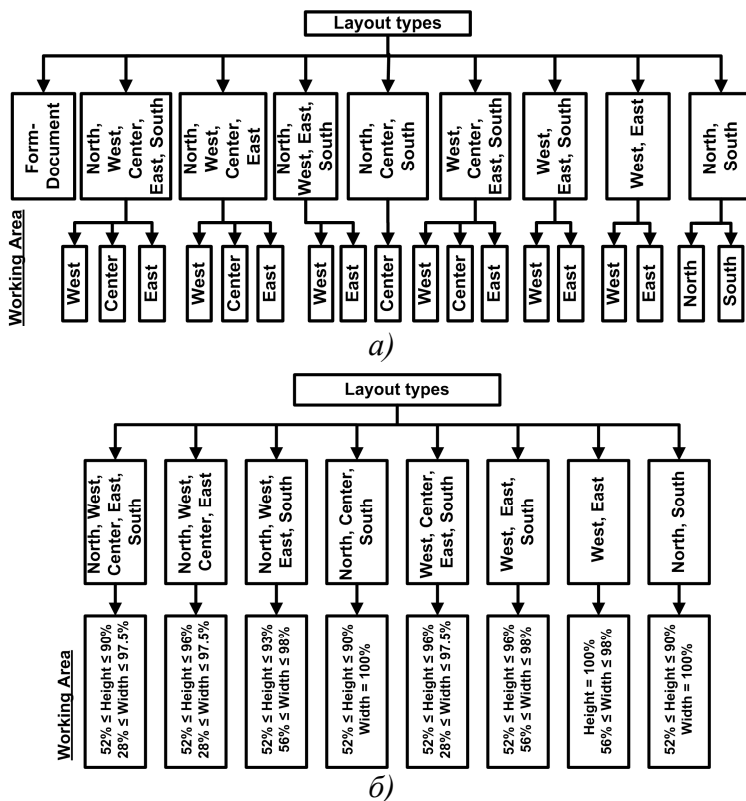


Рис. 5. Класифікаційний поділ площинних макетів ІК (а) та із пропорціями максимальних розмірів (б)

параметрів з табл. 1: $i=1...47$; $n=47$; $j=1...98$; категорії (з врахуванням процентних співвідношень) тоді буде: $\bar{M} = \sqrt[50]{OP^{35} + PP^{15}}$;

$\bar{C} = \sqrt[50]{\prod_{j=1}^{98} c_i^{\varphi_j}}$, де $i=1...98$; $\sum_{j=1}^{98} \varphi_j = \frac{100}{\min(\varphi_j)}$. Для категорії «Вихідний програмний код та формати експортування» (S): $\bar{S} = \sqrt[50]{Dc^5 + Src^{24} + htm^{10} + png^{2.5} + pdf + jpg + doc^{3.5} + SM + pre + prt}$.

Запропоновано критерії (табл.1) для методу згорток для оцінювання характеристик засобів прототипування ІК та мов програмування ГІК. Підхід до вирішення проблеми вибору інструментів для розробки прототипів ІК при досягненні умов: 1) різноманітність компонентів (C) → max; 2) різноманітність генерації вихідного коду і форматів експорту (S) → max; 3) різноманітність редагування прототипів і маніпуляції (E) → max; 4) різноманітність платформ програмного забезпечення і використання в команді (U) → max; 5) витрати, пов'язані з програмним забезпеченням (M) → min.

Для визначення загальної оцінки використовувалися середнє геометричне зважене: $\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{\omega_i} \right) \left(\sum_{i=1}^n \omega_i \right)^{-1}$. У категорії

«Різноманітність компонентів (C)»: $C = [c_1, c_2, \dots, c_k]$, де $k=98$ (кількість конструкції вів ІК). Тоді, для категорії

$X = [x_i] \cup [c_j]$. Визначення значень у

Категорія «Редагування та маніпулювання (E)»: $\bar{E} = \sqrt[50]{\prod_{i=1}^{21} e_i^{f_i}}$ де:
 $e_i = [PD, PW, PM, Lnk, IP, N, Cr, DD, EP, Hs, Pen, Lr, Tm, H, Txt, Al, Di, Sg, Sgl, Gr, Ie]$, $f_i = [5, 5, 3.5, 1, 7.5, 1.5, 3.5, 5, 2.5, 1, 1, 1.5, 1, 2.5, 1, 1, 1, 1.5, 1.5, 1.5, 1]$; $i = 1...21$;

Категорія «Поширення і використання в команді (U)»: $\bar{U} = \sqrt[50]{\prod_{i=1}^{14} u_i^{r_i}}$ де: $u_i = [Lc, Dt, Wb, Mb, Am, LU, Jv, AA, CS, Sh, OS, T, St, Ver]$; ваги: $r_i = [1, 8, 8, 1, 4.5, 2.5, 1, 1, 1.5, 5, 2, 11, 1, 2.5]$; $i = 1...14$.
 Таким чином, середнє арифметичне зважене для комплексного індексу обрання засобу прототипування ІК: $\bar{X} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot x_i / \sum_{i=1}^n \omega_i$, де $\omega_i = [0.3, 0.1, 0.15, 0.14, 0.05]$ – вагові коефіцієнти в сумі по категоріях. Функція зведеної оцінки: $\bar{X} = \bar{C} \cdot 0.3 + \bar{S} \cdot 0.1 + \bar{E} \cdot 0.15 + \bar{U} \cdot 0.4 + \bar{M} \cdot 0.05$. Здійснено огляд функцій з більш ніж 30 сучасних програмних засобів для ескізу, каркасу, макету, прототипу інтерфейсу користувача; огляд більше 98 типів графічного інтерфейсу управління – дозволили створити метод для прийняття рішення у виборі з альтернатив у наборі програмних інструментів для проектування користувацького інтерфейсу. Він включає в себе ваги критеріїв у групах категорій факторів.

Запропоновано та обґрунтовано метод оціночних характеристик мов програмування та декларування ІК для визначення найвірогідніших технологій програмування ІК для ПЗ на основі створених вагових критеріїв (див. табл. 2) для експертної оцінки.

Запропоновано метод оціночних характеристик засобів моніторингу подій ІК для визначення прийняттого інформаційного засобу відслідковування інтерактивного поля користувацьких інтерфейсів для ПЗ на основі створених вагових критеріїв (див. табл. 3) для експертної оцінки. У розділі описано процеси моніторингу інтерактивних взаємодій користувачів із ГІК та наведено схему процесу ідентифікації та запису подій курсору «миші» та схему процесу аналізування подій від «миші».

Процес автоматизації перетворення візуальних графічних прототипів віконних форм інтерфейсу у програмний код. На рис.6 показано схему процесу візуальної ідентифікації (розпізнавання) конструктивів ІК та синтезу програмного коду. Модифіковано процес перепроєктування інтерфейсу користувача з одних програмних кодів в інші (рис. 7).

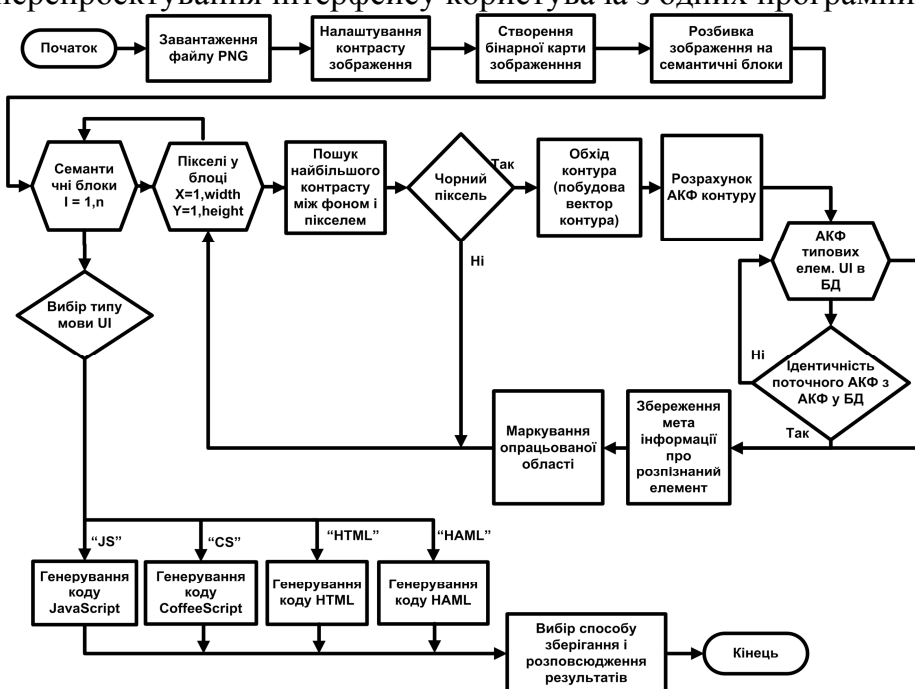


Рис. 6. Схема процесу автоматизація візуальної ідентифікації конструктивів прототипів ГІК

Таблиця 1

СПИСОК СПІВВІДНОШЕННЯ ВАГ КРИТЕРІВ

Назва критерію	Умове позначення	Вага у категорії, %	Група категорій, %					
			Компонети (С) → max	Програмний код та експорт (S) → max	Редагування (E) → max	Поширення, у команді (U) → max	Вартість ПЗ (M) → min	
Одноразова оплата	OP	5						
Абонплата	PP							
Локалізація	Lc	40						
Платформа Windows Desktop	Dt							2
Платформа Web	Wb							16
Мобільна платформа	Mb							16
Платформа Apple Mac	Am							2
Платформа Apple Mac	Am							9
Платформа Linux / Unix	LU							5
Платформа Java	Jv							2
Платформа Adobe AIR	AA							2
Клієнт-Сервер	CS							3
Надання доступу	Sh							10
Offline синхронізації	OS							4
Командне співробітництво	T							22
макет магазину	St							2
Версії	Ver	5						
Прототипи для робочого столу	PD	15						
Прототипи для веб	PW							10
Прототипи для мобільного	PM							10
Посилання екранів	Lnk							7
Інтерактивний прототип	IP							2
Компоненти ОС	N							15
Кросплатформні	Cr							3
Безпосереднє редагування	DD							7
Властивості редагування	EP							10
Активні зони	Hs							5
								2

Таблиця 1 (продовження)

Назва критерію	Умове позначення	Вага у категорії, %	Група категорій, %					
			Компонети (С) → max	Програмний код та експорт (S) → max	Редагування (E) → max	Поширення, у команді (U) → max	Компоненти (С) → max	
Стиль як олівець	Pen	10						
Шари	Lr							2
Шаблони	Tm							3
Історія редагування	H							2
Форматування тексту	Txt							5
Вирівнювати	Al							2
Самовирівнювання	Di							2
Прив'язка до сітки	Sg							3
Прив'язати до направляючих	Sgl							2
Групування	Gr							3
Редактор зображень	Ie							2
Динамічний прототип без кодування	Dc							10
Створення вихідного коду	Src							48
Експорт HTML5	htm							20
Експорт PNG	png	5						
Експорт PDF	pdf	2						
Експорт JPG	jpg	2						
Створення специфікації	doc	7						
Створення карти сайту (Excel таблиця)	SM	2						
Створення презентацій	pre	2						
Друк	prt	2						
Різноманітність компонентів $C = [c_1, c_2, \dots, c_{98}]$	Ci	30	\sum	100				
Усього:		100	100	100	100	100		

Таблиця 2

Вагові розподіли у групових категоріях показників оцінки мов розмітки користувацьких інтерфейсів у застосуванні розробки ПЗ САІР

Показник, Умове позначення	(Quality, Q) → max	Категорії			Ваговий коефіцієнт суми в категорії
		(exPenses, P) → min	(pRoductive time, R) → min	(complexitY, Y) → min	
1) eXtendable elements (X)	25 %				0.45
2) eFfects (F)	10 %				
3) Visual detailing (V)	10 %				
4) vector Graphics (G)	30 %				
5) self-Test (T)	20 %				
6) aUtotune (U)	5 %				
7) Licence (L)	5 %				0.17
8) availaBility (B)	20 %				
9) Server (S)	20 %				
10) OOPL (O)	35 %				
11) eNvironment (N)	20 %				0.23
12) Deployment (D)	35 %				
13) Compatibilty (C)	35 %				
14) Macro (M)	30 %				0.15
15) Associative (A)	40 %				
16) Events (E)	15 %				
17) specIfication (I)	45 %				
Загальна показник в категорії:	100%	100%	100%	100%	1

Таблиця 3

Вагові розподіли у групових категоріях показників оцінки інструментів для моніторингу по функціональності

Показник	Категорії			Ваговий коефіцієнт суми категорій
	Можливості моніторингу (M)	Корисні функції (Ф)	Побічні показники (П)	
Монітор Подій	15%			0.5
Монітор API ОС	30%			
Монітор Кастомних dll	20%			
Монітор MFC	10%			
Монітор .NET	15%			
Монітор ActiveX, COM	10%			
Інєкція dll	20%			0.35
Моніторинг Кількох Процесів	15%			
Можливість зупинення процесу	5%			
Підтримка Сервісів	25%			
Підтримка Unicode	15%			
Будована Мова Сценаріїв	10%			
Підтримка Ілґавінів	10%			0.15
Стабільність	40%			
Швидкість	35%			
Зручність	25%			
Загальний показник у категорії:	100%	100%	100%	1

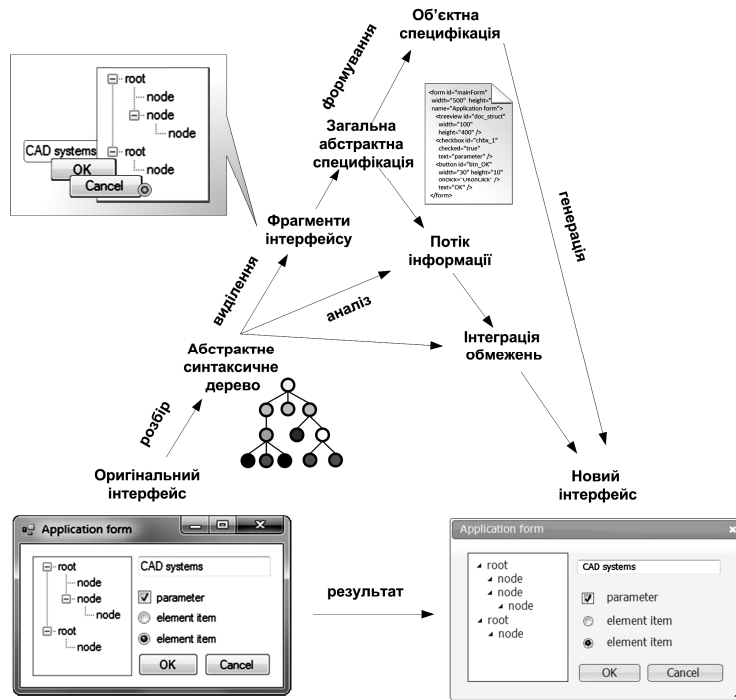


Рис. 7. Схема процесу автоматизації перепроєктування інтерфейсу з врахуванням метрик досвіду користування і програмним патернів

У третьому розділі розкрито основні аспекти інформаційної (рис. 8, рис. 9, рис. 11 та рис. 12), архітектурної (рис. 13), лінгвістичної (рис. 14 та рис. 15), програмної реалізації засобів побудови (синтезу) інтерфейсів користувача на базі репозиторію (рис. 11 та рис. 12) патернів проектування програмних кодів. У процесі програмної реалізації застосовано сучасні засоби програмування та інформаційні технології: WinAPI, OpenCV, C#, PHP, MySQL Server, XML, XSLT, HTML5, JS, NodeJS, jQuery, CSS, SVG та інші. Показано інтеграційні засоби розподілених репозиторіїв статистичних даних інтерактивних взаємодій, патернів реінженірінгу кодів, макетів компоновання компонентів ГІК та синтезу ІК із графічних прототипів.

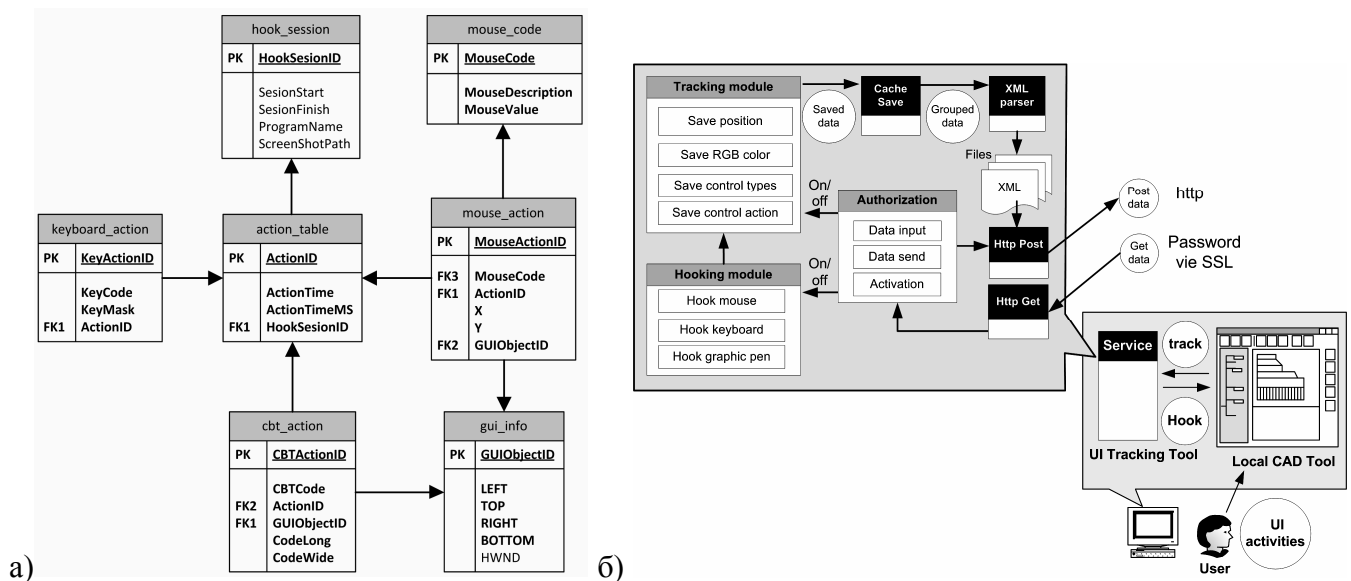


Рис. 8. Підсистема накопичення даних інтерактивної взаємодії ІК: а) схема зв'язків локальної бази даних; б) функціональна схема

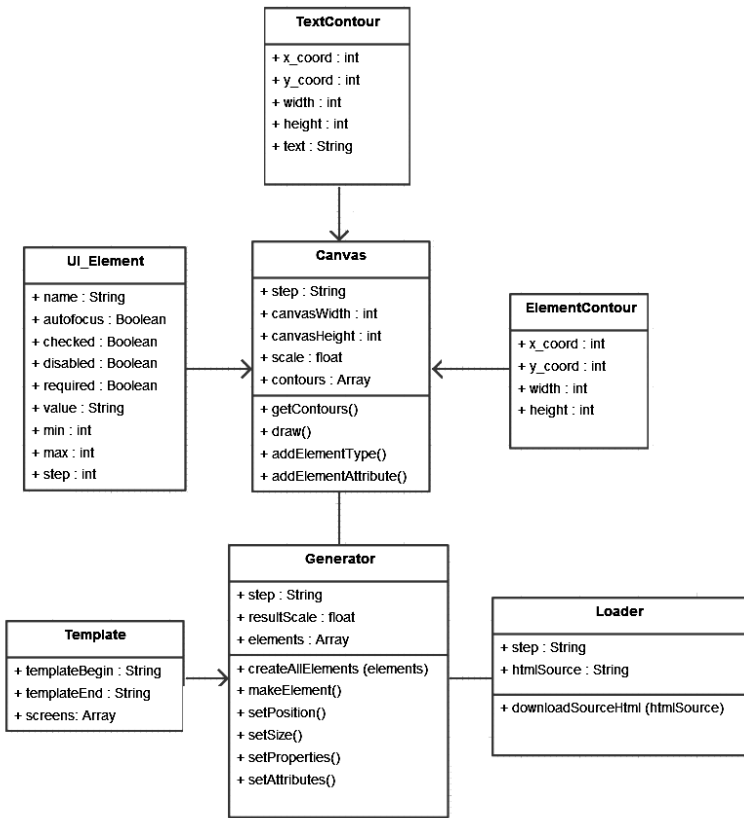


Рис. 9. Схема класів ООП клієнтського модуля візуальної ідентифікації конструктивів ІК

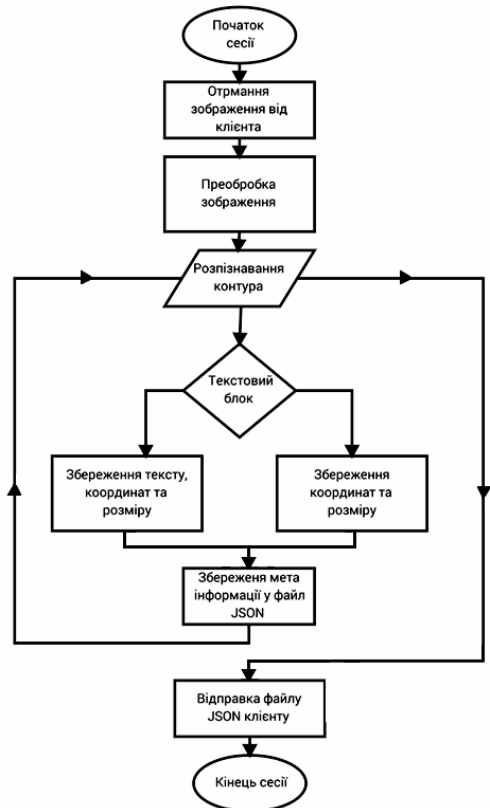


Рис. 10. Схема функціонування серверного модуля візуальної ідентифікації конструктивів ІК

Також у розділі представлено веб-інструмент для швидкого пошуку, порівняння та підбору за вказаними критеріями з різноманіття програмних продуктів прототипування інтерфейсів користувача, база даних якого наповнюється як для критеріїв аналітичного підбору, так для даних про характеристики засобів прототипування.

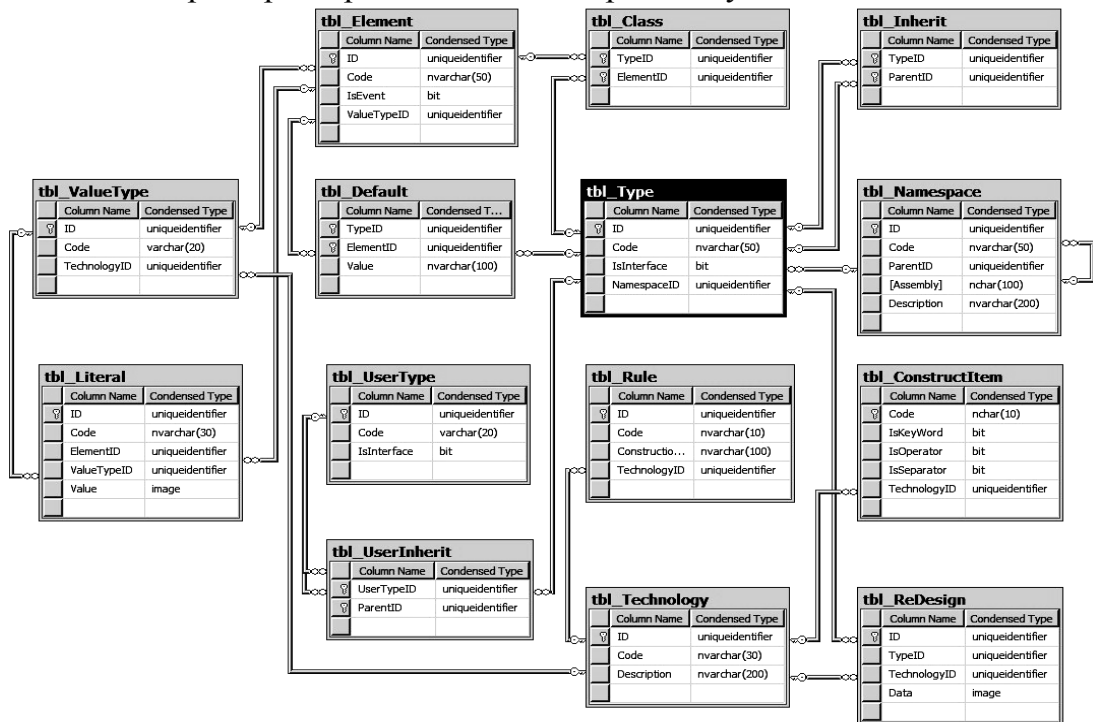


Рис. 11. Інформаційна структура бази патернів перетворення програмних кодів інтерфейсів

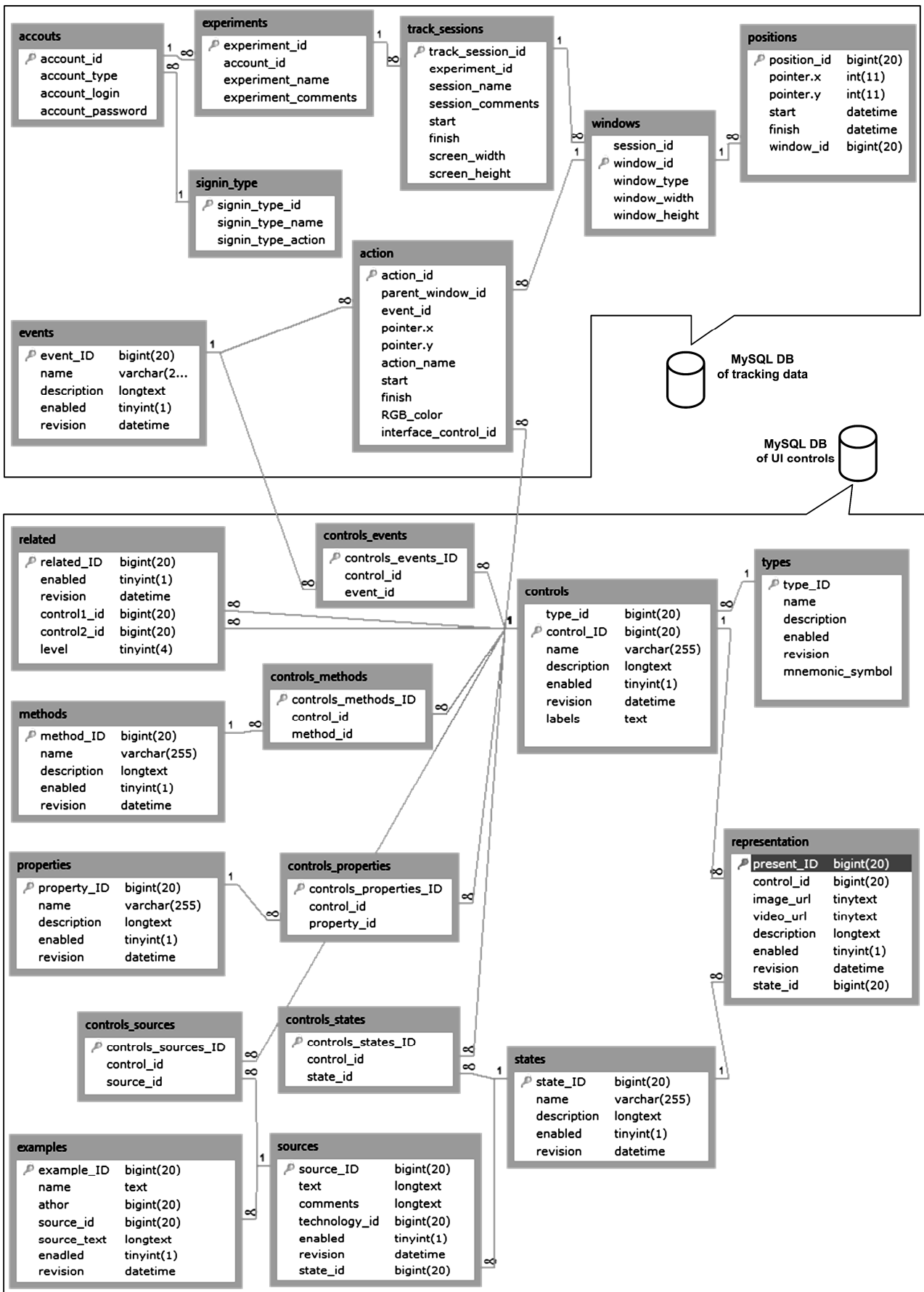


Рис. 12. Схема моделі інтеграції даних з репозиторію конструктивних елементів інтерфейсу та даних накопичення інтерактивного використання інтерфейсу користувача

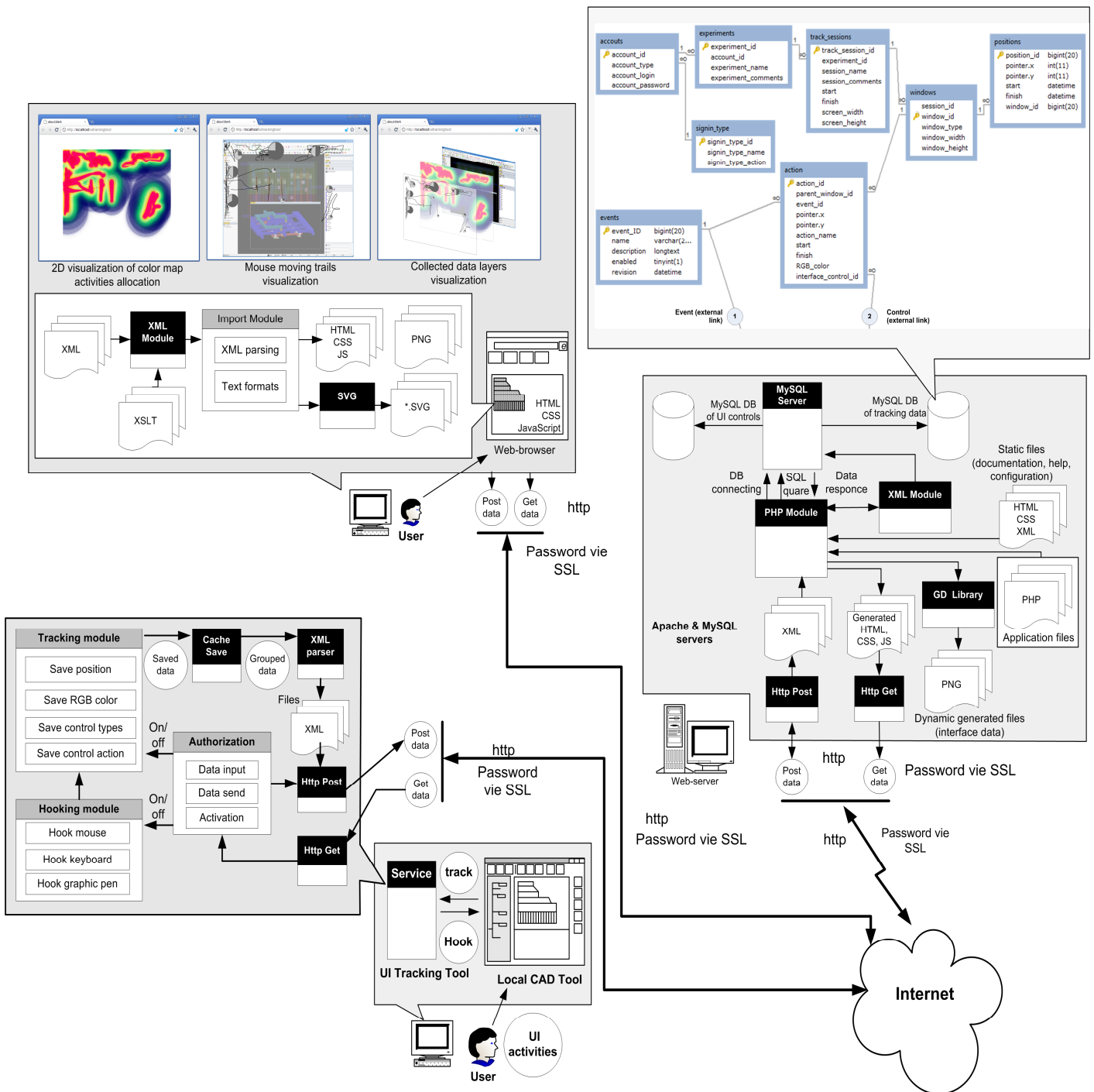


Рис. 13. Інтегрована клієнт-серверна архітектура інформаційної системи накопичення даних інтерактивної взаємодії користувачів із інтерфейсними конструктивами ПЗ

У четвертому розділі відображено результати статистичного аналізу спектрального розподілу застосованих конструктивів ГІК в ПЗ САПР. Визначення кількісних характеристик компонентів інтерфейсу користувача ПЗ здійснено на прикладі САПР у галузі машинобудування. Ці характеристики дозволяють архітекторам ПЗ та програмістам зосередитися на поліпшенні існуючих інтерфейсів і вдосконаленні методів реінженірингу інтерфейсів, що використовують інновації тенденції в компонентах користувача інтерфейсу.

System.Diagnostics.Process.MainModule

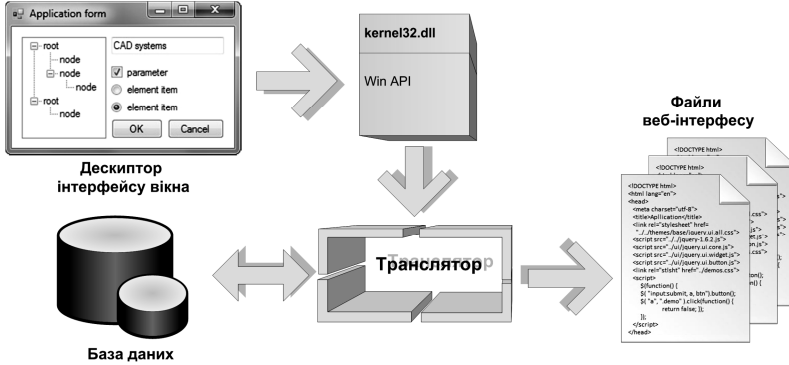


Рис. 14. Загальна схема процесу трансляції GUI

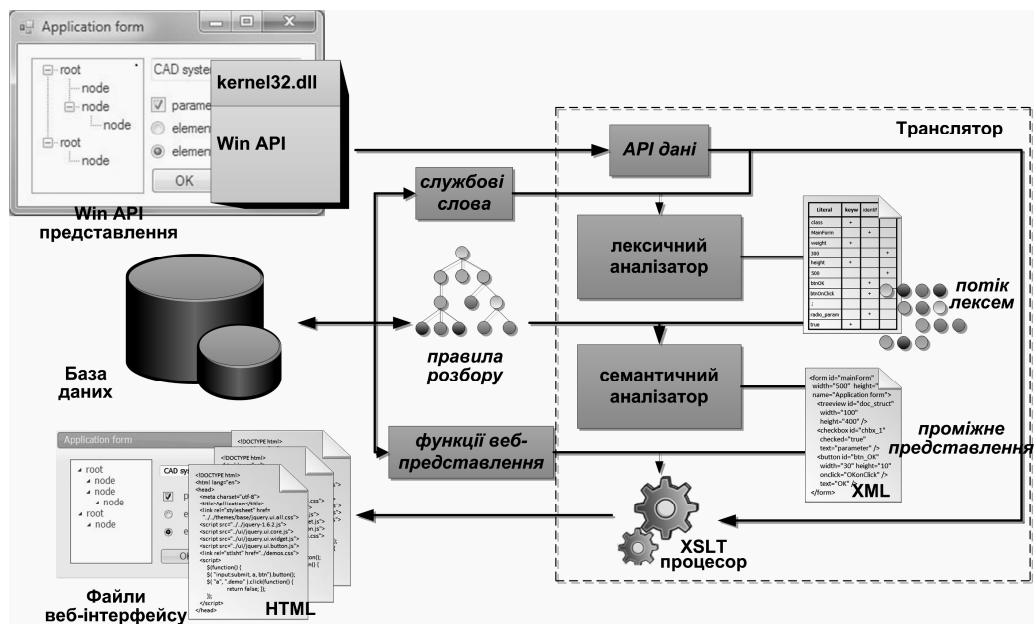


Рис.15 Схема процесу транслявання лексем мов опису інтерфейсу користувача

У ролі досліджуваних САПР в експерименті обрано більше 15 САПР як: AutoCAD, FreeCAD, IronCAD, Kompas, nanoCAD, progeCAD, qCAD, SolidWorks, TurboCAD та інші. Результати аналізування спектру застосованих інтерфейсних конструктивів (з понад 98) подано в таблицях. Співвідношення розподілу компонентів ГІК показано на графічних діаграмах та просторовій гістограмі спектру компонентів ГІК у ПЗ САПР машинобудування. При аналітичному дослідженні описаних САПР було виявлено, що переважна більшість реалізованого в їхньому ПЗ патернів ІК не містить тенденцій інноваційних інтерфейсів, що робить актуальними запропоновані методи. Усього оброблено понад 22 тис. компонентів ГІК для обраних САПР, розміщених на різних віконних формах, та станів активності.

Представлено результати порівняння шести інформаційних інструментів для моніторингу функціонування інтерфейсів користувача. Для цього визначені від 31-го показника оцінювання характеристик. Результати подано у розділі у таблицях і стовпцевій діаграмі. Представлено результати синтезування сценаріїв діалогових інтерфейсів користувача на прикладі графічного редактора схем. Наведено матрицю отриманих зв'язків змістовних об'єктів сценаріїв діалогів інтерфейсу користувача. На тестових прикладах відображено результати автоматизації візуальної ідентифікації конструктивів ІК із графічних ескізних прототипів ГІК та подальшого синтезу програмного коду. Аналіз

результатів показав, що шляхом автоматизації процесів на 5 % вдається пришвидшити адаптацію користувача до нового ПЗ та вдається пришвидшити роботу програмістів-розробників інтерфейсів ПЗ до 30%.

У **додатках** наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У роботі вирішено науково-технічне завдання вдосконалення підходів, методів, процесів та розроблення інструментальних інформаційних засобів для автоматизації синтезу прототипів інтерфейсів користувача комп'ютерних систем із використанням патернів програмних кодів компонентів графічного інтерфейсу користувача. Це дає можливість пришвидшити виробничі процеси програмістів. Отримано такі основні результати:

1. Проведено аналіз існуючого стану концепцій, підходів, типів та видів способів у галузі проектування ІК на різних етапах життєвого циклу. Здійснено критичний порівняльний аналіз існуючих спеціалізованих мов розмітки для програмування ІК.

2. Сформульовано ієрархічну систематизацію користувацьких взаємодій та кінематичних форм організації інтерфейсів користувача з апаратно-програмними засобами. Така систематизація у вигляді ієрархічного дерева дозволяє загалом відобразити рівні сутностей ІК та їх діяльності в інформаційних системах і, як наслідок, дозволяє зменшити тривалість обрання інформаційних архітектурних рішень проектувальника на етапах планування програмних продуктів.

3. Сформульовано систематизацію конструктивних елементів ГІК, що дозволяє спростити кількість кроків визначення необхідного компонента розробником ПЗ на етапах ескізного прототипування ІК, спираючись на опис параметрів і функціонування певних компонентів. Проведено експериментальні емпіричні та статистичні дослідження для перевірки повноти типів наявних компонентів ГІК в існуючих САПР. Виявлено переважаюче застосування проектувальниками САПР лише 10-15 основних типів компонентів із всього систематизованого спектру, що вказує на необхідність впровадження новітніх конструктивів інтерфейсу у програмні продукти протягом реінженірингу.

4. Формалізовано метод моделювання досліду користувача на профілі площинного компонування та формалізовано процес поділу поля макетів каркасів компонування ГІК.

5. Сформульовано критерії та отримано: метод оцінювання засобів прототипування ГІК, метод оцінювання інформаційних інструментів моніторингу подій ГІК ПЗ, метод оцінювання мов декларування програмних кодів ІК, що сприяє зменшенню виробничої тривалості для прийняття рішення з обрання відповідного засобу чи програмної технології на рівні концептуального проектування ІК.

6. Запропоновано та обґрунтовано інформаційну архітектуру системи, яка дала можливість інтегрувати дані репозиторія метрик інтерактивного використання ГІК із даними репозиторія програмних кодів для автоматизації фази визначення габаритно-візуальних параметрів компонування елементів ГІК під час створення чи модифікування програмного продукту.

7. Запропоновано інформаційну архітектуру підсистеми реінженірингу програмних кодів декларування ІК ПЗ, що дозволяє покращити продуктивність програмістів на етапі оновлення засобів інтерфейсного доступу до функціоналу існуючих програмних засобів.

8. Розроблено інформаційне, лінгвістичне та програмне забезпечення у вигляді програмно-методичного комплексу інструментальних інформаційних засобів для

накопичення даних взаємодій, даних статистичних оцінок, даних патернів програмних кодів, патернів макетування площинного компоновання, засобу синтезу сценаріїв діалогів, засобу візуального ідентифікування компонентів та синтезування програмних кодів ІК.

9. Результати впроваджено в навчальний процес кафедри «Системи автоматизованого проектування» Національного університету «Львівська політехніка» у курс «Методи побудови інтелектуального інтерфейсу користувача в автоматизованому проектуванні» для студентів спеціальності 7(8).05010103 «Системне проектування» та використовуються у діяльності програмістів й тестерів програмного забезпечення в ТзОВ «Едвантіс» (м.Львів).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Близнюк М. Аналіз підходів до розробки діалогових систем та їх реалізація в інтерактивному графічному редакторі схем системи “Micro-PC” / Близнюк М., Маркелов О. // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. - 2001. - № 415: Комп’ютер. системи проектув. Теорія і практика. - С. 75-87.
2. Маркелов О. Е. Розробка сценаріїв діалогів графічного редактора електричних схем системи схемотехнічного проектування “Micro-PC” / О. Е. Маркелов // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. - 2002. - № 443: Радіоелектрон. та телекомунікації. - С. 193-199.
3. Маркелов О. Е. Класифікація інтерактивних взаємодій користувача з програмним забезпеченням / Маркелов О. Е. // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка” - № 711: Комп’ютер. системи проектув. Теорія і практика. - 2011. - С. 15-21.
4. Лобур М. Аналіз мов опису користувацьких інтерфейсів для застосування у програмному забезпеченні САПР / Лобур М., Маркелов О., Бобало С. // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. - 2010. - № 663: Комп’ютерні науки та інформаційні технології. - С. 30-38.
5. Маркелов О. Е., Моделювання досвіду користувача програмного забезпечення САПР накопиченням діалогової інформаційної діяльності / О. Е. Маркелов, М. В. Лобур. // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». - № 685: Комп’ютерні системи проектування. Теорія і практика. - 2010. - С. 181-186.
6. Markelov O. Database of visual and source code components of user interface: information model design / Markelov O. // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. - № 747: Комп’ютер. системи проектув. Теорія і практика. - 2012. - С. 109-114.
7. Markelov O. Information integration of the repository of software UI components with the data structure of user interaction / Oleksandr Markelov // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехніка”. - №777: Комп’ютер. системи проектув. Теорія і практика. - 2013. - С. 46-50.

Стаття у науковому періодичному виданні іншої держави:

8. Markelov O.. Development of computer-aided tools for UI synthesis based on monitoring of usage and the source code repository / Oleksandr Markelov // International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET). - Vol. 5, Is. 12. - 2016. - P. 2733-2737. ISSN: 2278-1323 (Online), Shri Pannalal Research Institute of Technology, India. [Electronic resource]. – Access mode: http://ijarcet.org/?page_id=4835

Матеріали та тези доповідей міжнародних та всеукраїнських конференцій:

9. Blyzniuk M. Analysis of the approaches to dialogue system development and their realisation in interactive graphical schematic editor of “Micro-PC” circuit simulator / Blyzniuk M., Markelov O. // The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics: Proc. of the VI-th Intern. Conf. CADSM-2001, 12-17 Febr. 2001, Lviv, Slavsko, Ukraine. - Lviv, 2001. - P. 94-95.
10. Markelov O. The development of the dialofue scripts of the graphical schematic editor of “Micro-PC” circuit simulator / Oleksandr Markelov // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп’ютерної інженерії: Міжнар. конф. TCSET’2002, 18-23 лют. 2002, Львів-Славско, Україна. - Л. : Вид-во Нац.ун-ту “Львів. політехніка”, 2002. - С.307-309.
11. Markelov O. The software user interface interactions: Systematized review / Oleksandr Markelov // Computer Science and Engineering: Proceedings of the IV-th International Conference of Young Scientists CSE-2010, November 25-27: 2-nd International Youth Science Festival, Lviv, Ukraine. - 2010. - P. 26-27. ISBN: 978-966-553-999-5.

12. Markelov O. Kinetic user interface for human-computer interactions: Systematized review / Oleksandr Markelov, Mykhaylo Lobur // CAD in Machinery Design. Implementation and Education Problems: Proceeding of the XVIII Ukrainian-Polish Conference CADMD'2010 (Oct 14-16, 2010). - Lviv, 2010. - P. 69-73. ISBN 978-966-2191-15-8
13. Markelov O.. Usage of MS Visual Studio WinForms Designer as schematic prototyping tool for SolidWorks 3D: Experience of both API integration / Oleksandr Markelov, Andrii Kovalchuk // CAD in Machinery Design. Implementation and Education Problems: Proceeding of the XXII Ukrainian-Polish Conference (CADMD'2014, October 10-11, Lviv, Ukraine). - Lviv : Publishing House Vezha&Co, 2014. - P. 46-49. ISBN: 978-617-607-644-5
14. Маркелов О. Е. Систематизація площинних шаблонів компонування груп елементів користувацького інтерфейсу / Маркелов О. Е., Ковальчук А. М. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали IV Всеукр. школи-семінару молодих вчен. і студ. (АСІТ' 2014), 16-17 трав. 2014, Тернопіль, Україна. - Тернопіль, 2014. - С. 131-132. ISBN: 978-966-654-343-4
15. Markelov O. Analytical technique for selection a tool to user interface prototyping / Oleksandr Markelov // VII-th International Scientific and Technical Conference "Computer Sciences and Information Technologies"(CSIT'2012, Lviv, Ukraine, November 20-24, 2012). - Lviv, 2012. - P. 80-81. ISBN: 978-617-607-352-9
16. Lobur M. UI Technologies for CAD software development: Evaluative approach of componentry applications / M. Lobur, O. Markelov // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії: Матеріали Міжнар. конф. TCSET'2010, 23-27 лют. 2010, Львів-Славськo, Україна. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2010. - С. 41.
17. Лозинський А. Я. Фактори впливу на параметри людино-технічних, людино-інформаційних комплексів / Лозинський А. Я., Маркелов О. Е., Іванців Р.-А. Д. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології : матеріали IV Всеукр. школи-семінару молодих вчен. і студ. (АСІТ' 2014), 16-17 трав. 2014, Тернопіль, Україна. - Тернопіль, 2014. - С. 177-178. ISBN: 978-966-654-343-4
18. Markelov O. Collecting data of user's activities in interface layout of MEMS CAD software / Oleksandr Markelov, Mykhaylo Lobur, Sofia Bobalo // Perspective Technologies and Methods in MEMS Design : Materials of the VI-th International Conference MEMSTECH'2010, April 20-23, 2010, Lviv-Polyana. – Lviv : Publishing House Vezha&Co, 2010. - P. 44-45.
19. Маркелов О. Е. Дослідження програмних інструментів моніторингу подій ПЗ для виявлення продуктивності взаємодій з користувачами / Маркелов О. Е., Ковалик Ю. М. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології:матеріали IV Всеукр. школи-семінару молодих вчен. і студ. (АСІТ' 2014), 16-17 трав. 2014, Тернопіль, Україна. - Тернопіль, 2014. - С. 129-130. ISBN: 978-966-654-343-4
20. Маркелов О. Е. Процес перетворення графічних прототипів віконних форм інтерфейсу користувачів ПЗ у програмний код / Маркелов О. Е., Казарян А. Г. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології:матеріали IV Всеукр. школи-семінару молодих вчен. і студ. (АСІТ' 2014), 16-17 трав. 2014, Тернопіль, Україна. - Тернопіль, 2014. - С. 127-128. ISBN: 978-966-654-343-4
21. Markelov O. Computer aided programming of segment user interface prototype from graphic sketch / Markelov Oleksandr, Kazarian Artem // Computer Science and Information Technologies : proceedings of the IXth International Scientific and Technical Conference CSIT 2014, 18-22 November 2014, Lviv, Ukraine. - Lviv Polytechnic National University, 2014. - P. 167. ISBN : 9786176076698
22. Маркелов О. Е. Структурні рішення проектування системи автоматизованого реінжинірингу інтерфейсу користувача / Маркелов О. Е., Пастух С. В. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2011. - Тернопіль : Економічна думка, 2011. - С. 113-114. ISBN 987-966-654-272-7
23. Markelov O. Repository of reengineering source code patterns in UI designing: the general information structure / Oleksandr Markelov, Sergii Pastukh, Mykhaylo Lobur, Sofia Bobalo // Proc. of XII-th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2013), February, 20-24, 2013, Lviv-Polyana, Ukraine. - Lviv, 2013. - P. 455-455. ISBN: 978-617-607-393-2
24. Markelov O. Repository of user interface controls in area of electronic design automation software for usability improvement / Oleksandr Markelov, Mykhaylo Lobur. // Proc. of the XI Intern. Conf. on The

- Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2011), Feb. 23-25, 2011. - Lviv : Publishing House Vezha&Co., 2011. - P. 314-315. - ISBN: 978-966-2191-16-5, IEEE Catalog Number: CFP11508-PRT; INSPEC Accession Number:11930482
25. Markelov O.. The review of CAD software in machinery design: Spectral characteristics of GUI components / Oleksandr Markelov, Mykhaylo Lobur // CAD in Machinery Design. Implementation and Education Problems: Proceeding of the XX Ukrainian-Polish Conference CADMD'2012 (Oct 11-13, 2012). – Lviv : Publishing House Vezha&Co, 2012. - P. 96-98. ISBN: 978-617-607-332-1
 26. Markelov O. Tracking user interface events: Information structure of tool / Oleksandr Markelov, Mykhaylo Lobur, Sofiya Bobalo // V-th Intern. Sci. and Tech. Conf. “Computer Sciences and Information Technologies” (CSIT'2010, Lviv, Ukraine, October 14-16, 2010). - Lviv, 2010. - P. 121-122.
 27. Markelov O. Information system for parametrized comparison of set of tools for user interfaces prototyping / Oleksandr Markelov // VIII-th Intern. Sci. and Tech. Conf. “Computer Sciences and Information Technologies” (CSIT'2013, Lviv, UKRAINE, Nov. 11-16, 2013). - Lviv, 2013. - P. 132. ISBN: 978-617-607-520 2
 28. Маркелов О. Е. Створення програмного забезпечення інтерактивної 2D кінематичної метафори "робочого столу" інтерфейсу користувача / Маркелов О. Е., Цедуляк Т. Б. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: VI Всеукр. школа-семінар молодих вчених і студентів АСІТ'2016. – Тернопіль : THEУ, 2016. – С. 134-135. ISBN: 978-966-654-404-2

АНОТАЦІЇ

Маркелов О. Е. Інструментальні засоби автоматизації синтезу інтерфейсів користувача на базі репозиторію інтелектуальних патернів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.12 – «Системи автоматизації проектувальних робіт». – Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, Львів, 2017.

У роботі розв'язано завдання вдосконалення та реалізації із використанням патернів проектування моделей та методів дослідження досвіду користувачів та синтезу програмних реалізацій прототипів інтерфейсів користувача підчас автоматизованого проектування. Вперше запропоновано та обгрунтовано ієрархічну систематизацію та класифікацію діалогових взаємодій, форм, режимів та метафор інтерфейсів користувачів. Розвинуто метод оцінювання засобів прототипування ескізів графічних інтерфейсів користувача, метод оцінювання мов програмування та декларування інтерфейсів користувача, метод оцінювання засобів моніторингу інтерактивної діяльності користувача, метод моделювання площинного компонування компонентів інтерфейсу користувача. Вперше представлено інформаційну архітектуру інтегрованих даних патернів системи автоматизації синтезу інтерфейсів користувача.

Ключові слова: інтерфейс користувача, проектування, репозиторій, макетування, автоматизація програмування.

Маркелов А. Э. Инструментальные средства автоматизации синтеза интерфейсов пользователя на базе репозитория интеллектуальных паттернов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектировочных работ». – Национальный университет «Львовская политехника» Министерства образования и науки Украины, Львов, 2017.

В работе решена задача совершенствования и реализации с использованием паттернов проектирования моделей и методов исследования опыта пользователей и синтеза программных реализаций прототипов интерфейсов во время автоматизированного проектирования. Впервые предложено иерархическую систематизацию и классификацию

диалоговых взаимодействий, форм, режимов и метафор интерфейса пользователей. Проведена систематизацию конструктивных элементов графического интерфейса пользователя, что позволяет упростить количество шагов определения необходимого компонента разработчиком программного обеспечения на этапах эскизного прототипирования интерфейсов.

Предложен метод оценки средств прототипирования эскизов графических интерфейсов пользователя; метод оценки языков программирования и декларирования интерфейсов; метод оценки средств мониторинга интерактивной деятельности пользователя; метод моделирования плоскостной компоновки компонентов интерфейса.

Предложена информационная архитектура системы, которая позволила интегрировать данные репозитория метрик интерактивного использования графического интерфейса пользователя с данными репозитория программных кодов, что позволяет автоматизировать фазу определения габаритно-визуальных параметров компоновки элементов графического интерфейса пользователя при создании или модификации программного продукта. Предложена информационная архитектура подсистемы реинжиниринга программных кодов интерфейса пользователя, которая позволяет улучшить производительность программистов на этапе обновления средств интерфейсного доступа к функционалу существующих программ. Разработано информационное, лингвистическое и программное обеспечение в виде программно-методического комплекса инструментальных информационных средств для накопления данных взаимодействий, данных статистических оценок, данных паттернов программных кодов, данных паттернов макетирование плоскостного компоновки, средства синтезирования сценариев диалогов интерфейсов, средства визуальной идентификации компонентов и синтезирования программных кодов. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный и производственный процессы.

Ключевые слова: интерфейс пользователя, проектирование, репозиторий, макетирование, автоматизация программирования.

Markelov O. E. Tools for the automation synthesis of user interfaces based on repository of intellectual patterns. – On the rights of manuscript.

PhD thesis (Candidate degree of Technical Sciences) in specialty 05.13.12 – "Computer-Aided Design Systems". – Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2017.

The thesis solved the problem of improving and implementing design patterns using models and methods of research user experience and synthesis prototype software implementations of user interfaces during aided design. For the first time the hierarchical ordering and classification of dialog interaction forms, modes, and metaphors interfaces users have been introduced and justified. A method of assessment tools prototyping thumbnail graphical user interfaces, a method of evaluating programming languages and declaration of user interfaces, a method of monitoring the evaluation of the interactive user, and a method of modeling planar layout of UI components have been created. For the first time the integrated information system architecture of patterns data for automation synthesis of user interfaces was introduced.

Keywords: user interface, design, repository, prototyping, automation programming.

Підписано до друку 04.04.2017
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк на різнографі.
Умовн. друк. арк. 0.9
Наклад 100 прим. Зам. 170301

Видавництво ПП “Вежа і Ко”
Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 3033 від 21.11.2007 р.
с. Андріївка, Буський район, Львівська обл. 80563

Друк ПП “Вежа і Ко”