

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

ПАСТЕРНАК ІРИНА ІГОРІВНА



УДК 004.777

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ
НАВІГАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ**

05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів-2016

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий

керівник:

кандидат технічних наук, доцент
Морозов Юрій Васильович,
доцент кафедри електронних
обчислювальних машин
Національного університету
«Львівська політехніка»

Офіційні

опоненти:

доктор технічних наук, доцент
Рак Тарас Євгенович,
проректор з науково-дослідної
роботи Львівського державного
університету безпеки
життєдіяльності, м. Львів,

кандидат технічних наук, доцент
Луцків Андрій Мирославович,
доцент кафедри комп'ютерних
систем та мереж
Тернопільського національного
технічного університету
імені Івана Пулюя, м. Тернопіль.

Захист відбудеться «01» липня 2016 р. о 15³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.08 у Національному університеті "Львівська політехніка" (79013, Львів-13, вул. Ст. Бандери, 12, 226 ауд. головного корпусу)

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету "Львівська політехніка" (79013, Львів, вул. Професорська, 1)

Автореферат розісланий « 2 » червня 2016 р.

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



Луцик Я.Т.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Конкуренція змушує виробників скорочувати термін розробки нових електронних виробів. Збільшення складності апаратних і програмних засобів навігаційних сервісів кіберфізичних систем та скорочення термінів експлуатації вимагає відповідних заходів, для зменшення термінів розробки нових електронних пристроїв, кіберфізичних систем тощо. Навігаційний сервіс кіберфізичної системи складається з:

- навігаційних пристроїв, які встановлені на рухомих об'єктах;
- навігаційних сервісів, які забезпечують взаємодію пристроїв з користувачами;
- комп'ютерних мереж, які об'єднують ці всі складові в одну систему.

Навігаційні пристрої постійно вдосконалюють, одні знімають з експлуатації, з'являються нові. Відповідно, швидка зміна типів навігаційних пристроїв, вимагає побудови для них нових мережних інтерфейсів.

Специфікою навігаційних сервісів є безкабельна передача даних навігаційними пристроями, які встановлені на рухомих об'єктах, в тому числі і автомобілях, навігаційним сервісам. Ці навігаційні засоби потрібно певним чином з'єднувати з безкабельними мережами, що здійснюється з допомогою відповідних мережних інтерфейсів. У навігаційних сервісах кіберфізичних систем, існують мережні інтерфейси для трьох типів з'єднань:

1) з'єднання між навігаційними пристроями і навігаційним сервісом. Навігаційні пристрої швидко змінюються, одні знімаються з експлуатації, з'являються нові. Існують десятки типів цих пристроїв, які постійно оновлюються, а також вони не сумісні між собою. Відповідно, швидка зміна типів навігаційних пристроїв вимагає постійно реалізовувати мережні інтерфейси для них. Для того, щоб зменшити обсяг роботи програмістів над реалізацією мережного інтерфейсу для з'єднання навігаційного пристрою з навігаційним сервісом, під кожний новий тип навігаційного пристрою, потрібно уніфікувати мережний інтерфейс до різних типів пристроїв.

2) з'єднання між навігаційним сервісом і інтерфейсом користувача. Для різних користувачів потрібна різна інформація, яка формується з одних і тих самих навігаційних даних. Існує велика кількість видів навігаційної інформації і постійно з'являються її нові види, відповідно до потреб користувача. Це у свою чергу, вимагає великої кількості різних форм представлення інформації. Інтерфейс користувача повинен відображати всі види навігаційної інформації у вигляді екранних форм, звітів тощо. Всі вони генерують потік запитів до навігаційного сервісу і інтерпретують відповіді навігаційного сервісу, для свого оновлення. Відповідно, завжди потрібно опрацьовувати розподілений потік запитів, який буде надходити від елементів інтерфейсу користувача до навігаційного сервісу, тому необхідно було б розробити один мережний інтерфейс, який реалізовуватиме цю взаємодію.

3) з'єднання між навігаційним сервісом і базою даних. Навігаційні задачі вимагають інформаційної підтримки на рівні БД. У користувачів, постійно виникають нові навігаційні задачі. Відповідно, до появи нових і зміни існуючих задач, вміст БД змінюватиметься. БД може фізично знаходитися віддалено і

навіть, якщо вона знаходиться фізично в одній комп'ютерній системі з сервером програмно-апаратного навігаційного сервісу, вони взаємодіють між собою через мережний інтерфейс, тому що використовується класична клієнт-серверна взаємодія.

Для всіх вище наведених класів з'єднань, а саме: з'єднання між навігаційними пристроями і навігаційним сервісом, навігаційним сервісом і інтерфейсом користувача, навігаційним сервісом і базою даних спільною є проблема підвищення ефективності цих мережних інтерфейсів шляхом покращення критеріїв ефективності, а саме: час реакції та термін розробки мережного інтерфейсу.

Вище наведені проблеми, для всіх типів з'єднань, пропонується вирішити шляхом представлення структури мережних інтерфейсів у вигляді функціональних модулів, що розробляються на основі єдиного шаблону.

Таким чином, **актуальною є наукова задача** підвищення ефективності мережних інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота виконана у межах науково-дослідної роботи кафедри електронних обчислювальних машин ДБ/КІБЕР № 015 - 97 «Питання теорії, проектування та реалізації комп'ютерних систем та мереж, а також комп'ютерних засобів, вузлів, приладів і пристроїв вимірювальних, інформаційних, керуючих, телекомунікаційних та кіберфізичних систем» (номер державної реєстрації 0115U000446).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності засобів та вдосконалення методів розробки мережних інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем.

Для досягнення цієї мети в роботі були розв'язані такі задачі :

- аналіз відомих методів та засобів забезпечення мережної взаємодії, між навігаційними сервісами кіберфізичних систем та користувачами, навігаційними пристроями у безкабельній мережі;
- вдосконалення методу для поділу мережного інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем на компоненти;
- вдосконалення методів реалізації мережних інтерфейсів в процесі їх розробки, для мережної взаємодії, між навігаційними сервісами кіберфізичних систем та користувачами і навігаційними пристроями у безкабельній мережі;
- розроблення засобів реалізації мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем;
- практична реалізація розроблених мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем;
- порівняння з точки зору ефективності запропонованих рішень та відомих підходів, для реалізації мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем.

Об'єкт дослідження: взаємодія навігаційних сервісів кіберфізичних систем в безкабельних мережах з навігаційними пристроями та в мережі Інтернет з користувачами.

Предмет дослідження: мережні інтерфейси навігаційного сервісу кіберфізичних систем.

Методи дослідження. Методи досліджень базуються на принципах системного аналізу (ієрархічності, декомпозиції та інше). Для розв'язання поставлених у дисертаційній роботі задач використано методи об'єктно-орієнтованого програмування, теорії ймовірностей та обчислювальної математики, теорії комп'ютерних систем і мереж, які дали можливість визначити характеристики розроблених засобів мережних інтерфейсів, моделювання роботи безкабельних мереж, розробити критерії поділу мережних інтерфейсів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному. На основі виконаних досліджень розв'язано науково-практичну задачу підвищення ефективності мережних інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем. При цьому отримані такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано метод розробки мережного інтерфейсу для навігаційних сервісів кіберфізичних систем шляхом параметризації системи команд та даних, за якою для кожного класу задач визначають підходи для розробки мережного інтерфейсу та його специфікації, що дає можливість зменшити час реакції мережного інтерфейсу на запити від клієнтів.

2. Вдосконалено існуючі методи динамічної, статичної та статично-динамічної мережної взаємодії в навігаційних сервісах кіберфізичних систем шляхом оптимізації функції мережного інтерфейсу, що дає можливість зменшити час розробки мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем.

3. Вперше запропоновано спосіб порівняння розроблених і традиційних засобів реалізації мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем, який дав можливість на етапі проектування навігаційних сервісів вибрати один із вдосконалених методів для реалізації мережних інтерфейсів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- розроблений спосіб та проведене порівняння мережних інтерфейсів побудованих з застосуванням вдосконалених методів та традиційних підходів до побудови мережних інтерфейсів, які дали можливість скоротити у 2 рази терміни розробки мережних інтерфейсів навігаційного сервісу ZiTrack;
- реалізовані методи розробки мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем дали можливість на 19% покращити ефективність мережної взаємодії кіберфізичних систем для моніторингу рухомих об'єктів.

Використання результатів. Теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи використано і впроваджено у:

1. Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, у аналітичній системі прогнозування надзвичайних ситуацій.
2. Комунальному підприємстві «Львівавтодор» у навігаційній системі диспетчеризації організації пасажирських перевезень у місті Львові.

3. Товаристві з обмеженою відповідальністю «Львівська пивна компанія» у навігаційній системі прокладання оптимальних маршрутів та контролю за транспортними засобами.

Особистий внесок здобувача. Основний зміст роботи, всі теоретичні та практичні результати, висновки і дослідження, які представлено до захисту, одержані автором особисто. Роботи [4, 5, 6, 11, 12, 13, 14] опубліковані самостійно. У публікаціях, написаних у співавторстві, автору належать: класифікація засобів модульної взаємодії між клієнтом і сервером [1,3]; модель об'єктної клієнт-серверної взаємодії [2]; огляд мережних інтерфейсів та їх взаємодія в мережі [7]; принципи розробки модульного мережного інтерфейсу [9]; принцип розподілених обчислень [10]; навантажувальне тестування мережного інтерфейсу [8]; математичний опис мережного інтерфейсу [15]; принцип модульності мережного інтерфейсу [16].

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі, доповідались та обговорювалися на наукових семінарах кафедри ЕОМ, а також на міжнародних конференціях: Міжнародна конференція ITS (м. Мінськ, Білорусь, 2012), IX Міжнародна конференція MEMSTECH (м. Поляна, 2013), VI Міжнародна конференція ACSN (м. Львів, 2013), VI Міжнародна конференція молодих вчених CSE (м. Львів, 2013).

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано 16 наукових праць, в тому числі 6 статей у фахових наукових виданнях, затверджених Міністерством освіти і науки України, 1 стаття у виданні України, що входить до наукометричних баз.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, викладених на 127-ох сторінках друкованого тексту, списку використаних джерел (121 найменування) та додатків. Робота містить 42 рисунків, 6 таблиць та 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано її актуальність, показано зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету та завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про впровадження та апробацію результатів роботи. У першому розділі "**Місце та важливість мережного інтерфейсу у кіберфізичній системі**" проведено аналіз існуючих принципів покращення ефективності мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, який дозволяє здійснити вибір базових способів для реалізації мережних інтерфейсів в даних системах. Аналіз показав, що для забезпечення ефективного функціонування навігаційних сервісів кіберфізичних систем необхідне використання засобів формування реакції, які здатні адаптуватися в умовах швидкої зміни структури мережного інтерфейсу.

Навігаційні засоби потрібно, якимось чином з'єднувати через безкабельні мережі з серверами прийому, що здійснюється за допомогою відповідних мережних інтерфейсів. Предметом дослідження в даній роботі є мережний

інтерфейс. Оглянувши основні проблеми, що постають при розробці мережного інтерфейсу типу клієнт-сервер, перейдемо до опису такого інтерфейсу через його функції. Аналіз цих функцій показує, що деякі з них не залежать від реалізації і їх можна узагальнити, а інші залежать від реалізації їх не можливо узагальнити[1].

Мережний інтерфейс описується такою множиною:

$$IS = (Q, R, A, St, \phi, \psi), \quad (1)$$

де Q - вхідні запити мережного інтерфейсу, R - відповіді нижчого рівня мережного інтерфейсу, A - вихідний алфавіт мережного інтерфейсу, St-множина станів мережного інтерфейсу, ϕ, ψ - функції переходів та виходів[10].

Розглянемо скорочений математичний опис кожного з із складових частин мережного інтерфейсу. Множину символів, що складають вхідний алфавіт мережного інтерфейсу, опишемо у такий спосіб:

$$Qi = \{Id_Q^{(i)}, Pq_1^{(1)}, \dots, Pq_{N_Q^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (2)$$

Множину символів, що складають вихідний алфавіт мережного інтерфейсу, опишемо у такий спосіб:

$$Ai = \{Id_A^{(i)}, Pa_1^{(1)}, \dots, Pa_{N_A^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (3)$$

Множину символів, що складають відповіді нижчого рівня мережного інтерфейсу, опишемо наступним чином:

$$Ri = \{Id_R^{(i)}, Pr_1^{(1)}, \dots, Pr_{N_R^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (4)$$

Кожен запит до мережного інтерфейсу та його відповідь містить дві частини: ідентифікаційну та параметричну. Ідентифікаційна - однозначно визначає тип запиту. Параметрична частина є фактично додатковою інформацією, що супроводжує запити та відповіді на них мережним інтерфейсом [3,5].

Огляд існуючих функцій мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем вимагає значних зусиль для реалізації мережного інтерфейсу, що у свою чергу, вимагає значних витрати часу і низьку ефективність. Проведений аналіз, показав необхідність вдосконалення існуючих методів та розроблення нових засобів реалізації мережного інтерфейсу, які б покращила вище згадані показники.

Функціональною основою для структурного синтезу мережного інтерфейсу є класифікація його функцій. Особливу увагу звернуто на ефективність її практичного застосування.

Огляд літературних джерел обґрунтовує актуальність поставленої задачі.

У другому розділі "**Модель параметризованого мережного інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем**" була розглянута об'єктна взаємодія мережних інтерфейсів, а також модульний мережний інтерфейс. Запропонована концепція модульного мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, яка окрім зменшення терміну його розробки,

дозволяє спростити цей процес розробки, та покращити ефективність реалізації мережного інтерфейсу.

Мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем розділяється на дві частини: універсальну і спеціальну, таким чином він стає модульним, рис. 1.



Рис. 1. Схема модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем

На рис. 1 наведені дві частини мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, а саме спеціальна і універсальна з певним набором функцій, які міститимуться у кожній із них. Функції універсальної частини будуть однакові, для всіх типів мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, а функції спеціальної частини будуть спеціалізованими, для різних типів мережних інтерфейсів. На базі вище наведеного поділу мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на функції можна використати модель модульної клієнт-серверної взаємодії на основі цього типу інтерфейсу, рис.2.

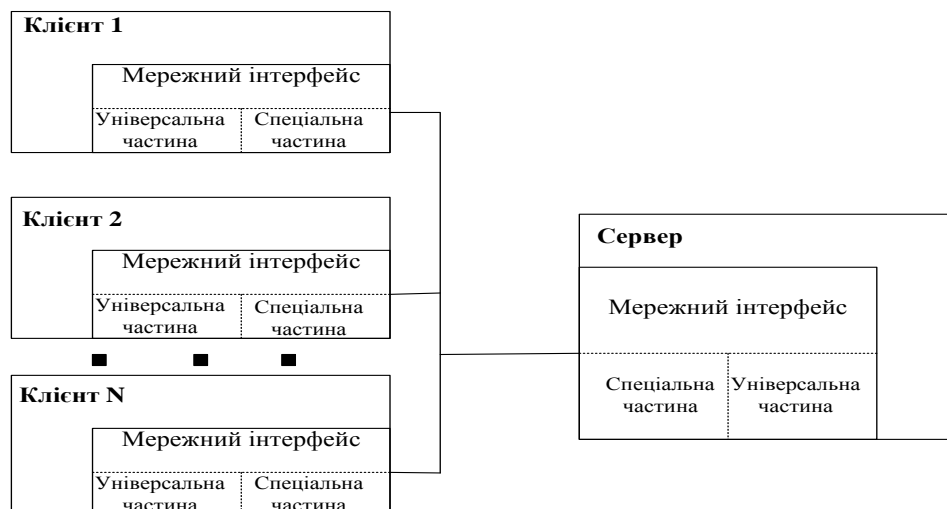


Рис. 2. Модель модульної взаємодії клієнта з сервером

Модель модульної взаємодії клієнта з сервером складається з клієнтських та серверних мережних інтерфейсів і асинхронна взаємодія між ними

відбувається через мережу. На основі такої загальної моделі модульної взаємодії клієнта з сервером, кожен тип клієнта містить свій набір правил обробки потоку керування, які будуть входити в спеціальну частину мережного інтерфейсу клієнта. А серверний мережний інтерфейс кіберфізичної системи, містить всі типи відповідних функцій всіх типів клієнтів, які згруповані по типах клієнтів для того, щоб їх можна було використовувати згруповим чином. Відповідно, відмінність між клієнтським і серверним мережними інтерфейсами в тому, що клієнтський мережний інтерфейс використовує тільки один набір правил обробки, а серверний мережний інтерфейс повинен використовувати всі набори клієнтських правил обробки і містити диспетчер типу клієнта. Тоді, у відповідь на запит клієнта на сервері створюється потік керування з функціями обробки для конкретного типу клієнта. Цю диспетчеризацію, можна виконати за допомогою трьох принципів:

1. Наслідуванням загальних функцій мережного інтерфейсу спеціальними функціями клієнтів.
2. Використанням мережним інтерфейсом спеціальних функцій клієнта.
3. Інстанціонуванням спеціальними функціями клієнта шаблону взаємодії клієнта з сервером.

Проаналізовано, що стандартні методи реалізації мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, які не дають можливості формалізувати тестування даного мережного інтерфейсу. Зокрема, це стосується визначення початкових умов і невідомого наперед рівня масштабування величини навантаження. Відповідно, отримуємо три вдосконалені методи розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, а саме розробка модульного мережного інтерфейсу на основі принципів: наслідування, використання, інстанціонування.

Для параметризації мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем можуть використовуватися шаблони. На рис. 3 клас взаємодії і форматування інстанціонує шаблони, які переводить у певний формат.



Рис. 3. Модель параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем

Для розв'язання вищезгаданих проблем розроблено модель параметризованого мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем. У цій моделі, мережний інтерфейс параметризується за допомогою класів з використанням шаблонів, рис. 3.

Параметризований мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем описується таким впорядкованим набором:

$$IP_{\Pi} = (H_{\Pi}, B_{\Pi}, L, Sp, \lambda, f), \quad (5)$$

де Π - параметри, які будуть відповідати за коректний запит та відповідь мережного інтерфейсу і завдяки ним параметризується цей вид інтерфейсу НС кіберфізичних систем.

Множину символів, що складають вхідний алфавіт параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, опишемо у так:

$$Hi = \{Id_{H_{\Pi}}^{(i)}, Ph_1^{(1)}, \dots, Ph_{N_H^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (6)$$

де множина $Id_{H_{\Pi}}^{(i)}$ - множина унікальних ідентифікаторів запитів.

Множина символів, що складає вихідний алфавіт параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, матиме вигляд:

$$Bi = \{Id_{B_{\Pi}}^{(i)}, Pb_1^{(1)}, \dots, Pb_{N_B^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (7)$$

де $Id_{B_{\Pi}}^{(i)}$ - множина унікальних ідентифікаторів відповідей.

Множина символів, що складають відповіді параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на запит клієнта, опишемо так:

$$Li = \{Id_L^{(i)}, Pl_1^{(1)}, \dots, Pl_{N_L^{(1)}}^{(1)}\}, \quad (8)$$

де $Id_L^{(i)}$ - множина унікальних ідентифікаторів відповідей параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на запит клієнта.

Конкретний стан Sp параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, якщо параметризований мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем містить складові, можна описати так:

$$Sp^{(i)} = \{Id_{Sp}, Sp_1^{(i)}, \dots, Sp_{N_{Sp}}^{(i)}\}, \quad (9)$$

Якщо параметризований мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем не містить складових:

$$Sp^{(i)} = Sp^{(i)} \subset D_{Sp}^{(1)} \times \dots \times D_{Sp}^{(l)}, \quad (10)$$

де $Sp_1^{(i)}, \dots, Sp_{N_{Sp}}^{(i)}$ - стани компонент параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем. Кожен стан $Sp^{(i)}$ містить ідентифікатор стану Id_{Sp} та стани усіх компонент, що належать до параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем.

У проектах по тестуванню параметризованого мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем використовуються ті самі етапи, як і при тестуванні мережного інтерфейсу [13].

Виходячи з результатів проведених математичних розрахунків створення мережних інтерфейсів НС кіберфізичних систем традиційними методами не відповідає критеріям покращення ефективності реалізації мережних інтерфейсів НС кіберфізичних систем таким як:

- термін розробки мережного інтерфейсу, мс;
- час реакції мережного інтерфейсу, люд./год.

Запропоновано межі для порівняння мережних інтерфейсів НС кіберфізичних систем на ефективність реалізованими традиційними і вдосконаленими методами.

У третьому розділі **"Вдосконалення методів розробки мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем"** в результаті проведених досліджень виявлено особливості існуючих підходів розробки мережних інтерфейсів у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, які є причиною низьких характеристик мережних інтерфейсів. Важливо, що статично-динамічний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем, керований даними та командами клієнта. Він, повинен містити визначений модульний мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем, в термінах заданих вхідних даних та отриманих виходів.

Вдосконалений статично-динамічний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем направлений на наступні не вирішені проблеми, пов'язані із тестуванням модульних мережних інтерфейсів НС кіберфізичних систем. У випадках, коли структура даних і команд клієнтів не змінюється і повторюється, тобто вона статично-динамічна, можна реалізовувати модульний мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем на основі принципу наслідування. Цей принцип, дозволяє одному класу наслідувати характеристики структуру даних і команд іншого [3]. У вдосконаленому методі підвищення ефективності розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу наслідування параметризація даних і команд, дозволяє зменшити об'єм коду. Також, перевагою цього методу буде те, що принцип наслідування, дозволяє використовувати існуючий код батьківського класу у всіх похідних класах багато разів. Використовуючи вдосконалений метод підвищення ефективності розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу наслідування, можна створити базовий клас, який визначатиме риси, притаманні багатьом об'єктам.

Динамічний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем, базується на аналізі модульного мережного інтерфейсу безпосередньо при його роботі. Динамічний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем можна розбити на кілька етапів підготовка початкових даних, проведення тестового запуску модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем і збір необхідних параметрів та аналіз отриманих даних.

Вдосконалений динамічний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем полягає у:

- виконання розробки модульного мережного інтерфейсу, маючи задані чи випадкові вхідні дані;
- збір символічних обмежень входів на умовні оператори протягом виконання;
- використання перевірки обмежень, щоб вивести варіації попередніх вхідних даних, для управління наступним виконанням програми по іншій альтернативній гілці. Цей процес повторюється, доки не досягне певного оператора програми.

Вдосконалений метод підвищення ефективності розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу інстанціювання передбачає використання принципу узагальненого програмування або програмування на основі шаблонів, в якому тип даних буде параметром [5]. Модульний мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем можна реалізувати, як шаблон з використанням принципу інстанціювання. Універсальну частину цього модульного мережного інтерфейсу можна описати класом шаблону, а спеціальну частину класом параметра.

Певний мережний інтерфейс НС кіберфізичних систем в даному вдосконаленому методі є об'єктом параметризованого класу шаблону, який буде інстанційований класом спеціальної частини цього мережного інтерфейсу.

Статичний метод підвищення ефективності розробки мережного інтерфейсу в НС кіберфізичних систем часто використовується, як засіб пошуку у вихідному або двійковому коді програм певних шаблонів або ситуацій для реалізації модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем. На базі вдосконаленого методу підвищення ефективності розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу використання реалізується методика делегування, коли поставлене зовнішньому об'єкту завдання передоручається внутрішньому об'єкту, що спеціалізується на вирішенні задач такого типу. У вдосконаленому методі підвищення ефективності розробки модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу використання, мережний інтерфейс є об'єктом класу контейнера.

Скорочений математичний опис терміну розробки:

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем з використанням вдосконаленого методу на основі принципу наслідування:

$$t_{\text{ММІН}}(j, j) + t_{\text{ММІН}}(j, j) - (t_{\text{ММІН}}(i, j) + t_{\text{ММІН}}(i, j)) \geq \frac{\delta_i}{(1 - \gamma_j) \times (n - 1)} * V_j \quad (11)$$

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем з використанням вдосконаленого методу на основі принципу інстанціювання:

$$t_{\text{ММІІ}}(j, j) + t_{\text{ММІІ}}(j, j) - (t_{\text{ММІІ}}(i, j) + t_{\text{ММІІ}}(i, j)) \geq \delta_i / (n - 1) \times V_j \quad (12)$$

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем з використанням вдосконаленого методу на основі принципу використання:

$$t_{\text{ММІВ}}(j, j) + t_{\text{ММІВ}}(j, j) - (t_{\text{ММІВ}}(i, j) + t_{\text{ММІВ}}(i, j)) \geq \gamma_i / (n - 1) \times V_j, \quad (13)$$

Математичного описуємо час реакції:

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, для реалізації його з використанням вдосконаленого методу розробки на основі принципу наслідування:

$$t_{\text{ММІН}} = t_{\text{оч.}} + \bar{t}_{\text{обсл.}} = \frac{r}{\lambda} + \frac{1}{\mu}, \quad (14)$$

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, для реалізації його з використанням вдосконаленого методу розробки на на основі принципу інстанціювання:

$$t_{\text{ММІі}} = \bar{t}_{\text{оч.}} + \bar{t}_{\text{обсл.}} = \frac{\bar{r}}{2\lambda} + \frac{1}{\mu}, \quad (15)$$

- модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем, для реалізації його з використанням вдосконаленого методу розробки на основі принципу використання:

$$t_{\text{ММІВ}} = \bar{t}_{\text{оч.}} + \bar{t}_{\text{обсл.}} = \frac{\bar{r}}{\lambda} + \frac{1}{\mu}, \quad (16)$$

Розроблено принципи оцінки терміну розробки мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, що дозволяє на етапах синтезу мережних інтерфейсів врахувати багатоваріантність реалізацій і запропонувати різні варіанти структур мережних інтерфейсів разом з прогнозами їх характеристик і рекомендаціями до застосування. В результаті проведених досліджень виявлено особливості існуючих підходів розробки мережних інтерфейсів у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, які є причиною низьких характеристик мережних інтерфейсів.

У четвертому розділі "**Реалізація вдосконалених методів розробки мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем**" запропоновано покращені мережні інтерфейси у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, для застосування в одному із класів задач: взаємодія навігаційного сервісу кіберфізичних систем з пристроями, взаємодія між інтерфейсом користувача і навігаційним сервісом кіберфізичних систем, взаємодія навігаційного сервісу кіберфізичних систем з базою даних.

Пропонується зменшити об'єм роботи при розробці НС кіберфізичних систем. Це зменшення буде здійснюватися шляхом розділення мережних інтерфейсів НС на класи задач, а саме:

1. Мережний інтерфейс взаємодії з пристроями. Для роботи з пристроями необхідно розробити сервер зв'язку з ними, який реалізується мережним інтерфейсом. Цей сервер зв'язку буде працювати лише з одним типом пристроїв, тобто для кожного типу пристрою потрібні свої сервери зв'язку, рис.5.

2. Мережний інтерфейс для взаємодії між інтерфейсом користувача і НС кіберфізичних систем. Взаємодію інтерфейсу користувача з навігаційним сервером реалізувати через універсальну частину, яка програмно реалізується один раз, а обробку даних для кожного інтерфейсу користувача розробляти окремо і винести це у спеціальну частину, рис.6.

3. Мережний інтерфейс для взаємодії НС кіберфізичних систем з базою даних. В даному випадку універсальна частина мережного інтерфейсу генерує форму представлення інтерфейсу користувача і механізм його взаємодії з сервером. Спеціальна частина мережного інтерфейсу формує безпосередньо набір даних, для інтерфейсу користувача. Розроблений мережний інтерфейс на основі принципу наслідування міститиме: вхідні дані - список функцій універсальної і спеціальної частин; вихідні дані - абстрактна реалізація мережного інтерфейсу. Проводимо групування функцій універсальної частини для утворення модулів, які можуть бути представлені класами, рис. 4.

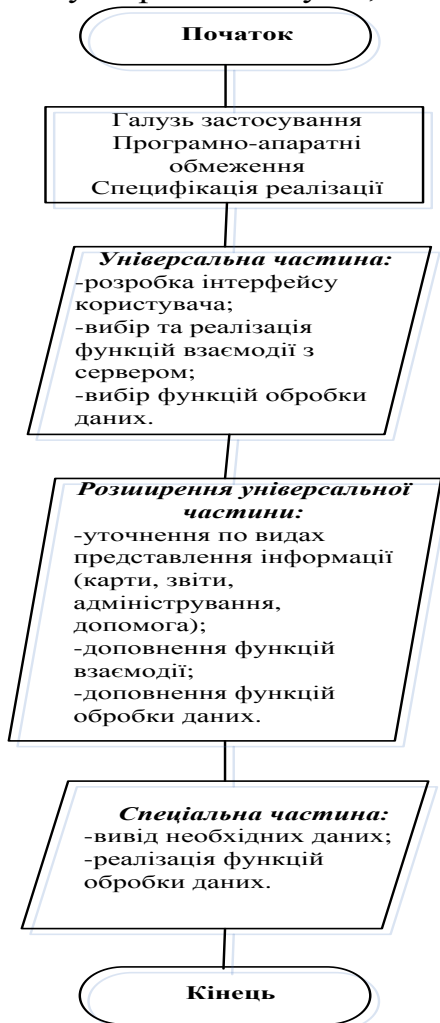


Рис.4. Графічне подання модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу наслідування.

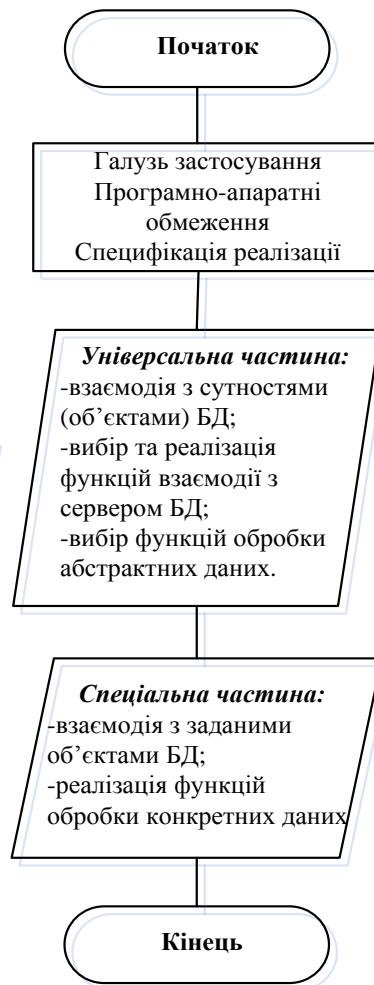


Рис.5. Графічне подання модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу інстанціювання.

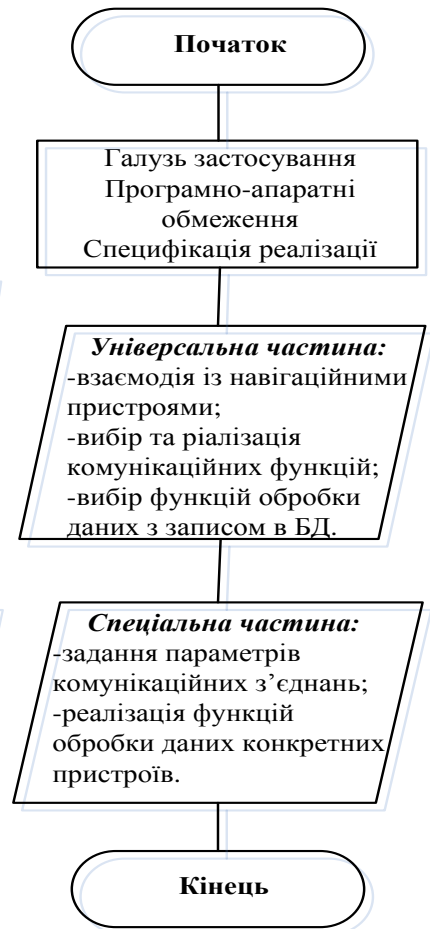


Рис.6. Графічне подання модульного мережного інтерфейсу НС кіберфізичних систем на основі принципу використання.

Розроблений модульний мережний інтерфейс на основі принципу наслідування, використовується в НС «ZITtrack» кіберфізичних систем. Користувач здійснює доступ до цього НС кіберфізичних систем через ВЕБ-інтерфейс, який інтерактивно формується на основі дій користувача та інформації з бази даних НС кіберфізичних систем. Інтерфейс користувача реалізується на мовах програмування Java, HTML, JavaScript, CSS. При цьому інтерфейс користувача складається з шаблону оформлення виконаного за технологією Java Server Page (JSP) і вмісту, який формується інтерактивно. Форми представлення інформації, що складають інтерфейс користувача, можна розділити на декілька категорій. Універсальна частина мережного інтерфейсу реалізується в класі WebPageAdaptor, а спеціальні частини модульного мережного інтерфейсу для кожної інформаційної форми описані у відповідних похідних класах. Відповідно, будується модульний мережний інтерфейс на основі принципу наслідування, а саме спеціальна частина наслідує універсальну частину модульного мережного інтерфейсу.

Модульний мережний інтерфейс на основі принципу інстанціювання можна практично реалізувати через використання цього принципу. Принцип інстанціювання буде полягати у наступному. Сервер НС «ZITtrack» під'єднується як клієнт до сервера баз даних. Інформація в базі даних розділена на таблиці згідно функціонального призначення. Доступ до будь-якої таблиці, здійснюється за допомогою запитів на мові SQL. При цьому, запити до різних таблиць є подібними, відрізняються лише назви таблиць і списки атрибутів, а також умови відбору результатів. Взаємодію сервера із сервером баз даних можна описати набором команд, які мають подібний вигляд, але різний зміст. Вигляд команд доступу до бази даних, можна вважати універсальною частиною мережного інтерфейсу, а специфікацію таблиць, атрибутів і умов спеціальною частиною мережного інтерфейсу. Клас шаблону модульного мережного інтерфейсу на основі принципу інстанціювання створюється параметризованим.

Суть реалізації модульного мережного інтерфейсу на основі принципу інстанціювання, полягає в створенні шаблону доступу до БД параметром якого, буде відповідна таблиця БД. Мережний інтерфейс реалізований у вигляді сервера DB, який здійснює доступ до бази даних. У цьому сервері існує багато класів і вони всі інстанційовані.

Отже, вся робота з базою даних інстанційована. Класами сервера будуть: DBRecord, DBFactory та інші допоміжні класи, наприклад DeviceRecord.

Мережний інтерфейс розроблений на основі принципу використання в НС «ZITtrack», використовується для зв'язку з навігаційними пристроями. В практичній реалізації модульного мережного інтерфейсу на основі принципу використання існує зв'язок об'єктів, у вигляді методів об'єкта універсальної частини мережного інтерфейсу, які в якості аргумента мають об'єкти спеціальної частини мережного інтерфейсу. Універсальна частина мережного інтерфейсу для зв'язку з навігаційними пристроями складається з об'єкта сервера зв'язку (типу GPSEvent) та об'єкта встановлення зв'язку. Спеціальна частина мережного інтерфейсу реалізована у вигляді об'єкта констант і об'єкта протоколу зв'язку (типу TrackClientPacket Handler). Специфіка даного підходу

до розробки мережного інтерфейсу, полягає в принципі використання. Модульний мережний інтерфейс будується на основі принципу використання, а саме спеціальна частина використовує універсальну частину мережного інтерфейсу.

Запропоновано покращені мережні інтерфейси у навігаційних сервісах кіберфізичних систем для застосування в одному із класів задач: взаємодія навігаційного сервісу кіберфізичних систем з пристроями, взаємодія між інтерфейсом користувача і навігаційним сервісом кіберфізичних систем, взаємодія навігаційного сервісу кіберфізичних систем з базою даних.

Ефективність мережного інтерфейсу, буде оцінюватися на основі швидкодії його конкретної реалізації. На основі отриманих даних при порівнянні модульних мережних інтерфейсів на основі різних принципів є змога порівняти модульний мережний інтерфейс з стандартними засобами розробки.

Отримані дані показують, що розроблений модульний мережний інтерфейс, дозволяє скоротити терміни на розробку, що зменшує трудомісткість. А реалізація не завжди, але в більшості випадків ефективніша ніж в універсальному мережному інтерфейсі.

Модульний мережний інтерфейс на основі принципу наслідування (55%) менш ефективним, але надійний. Модульний мережний інтерфейс на основі принципу використання (50%) не ефективний, а модульний мережний інтерфейс на основі принципу інстанціювання (95%) ефективний, але у свою чергу не достатньо надійний. Тобто, модульні мережні інтерфейси на основі принципів наслідування і використання, не є пристосовані до виконання експлуатаційного завдання, це обумовлено їх технічними характеристиками.

Отже, запропоновані мережні інтерфейси на основі принципу наслідування, використання, інстанціювання на 19% ефективніше працюють у порівнянні з спеціалізованими мережними інтерфейсами розробленими стандартними засобами та аналогом мережним інтерфейсом реалізованими на основі Jini, адже навіть у сумі вони не дають ефективність більшу, ніж 95%. Проведене порівняння мережних інтерфейсів побудованих з застосуванням вдосконалених методів та традиційних підходів до побудови мережних інтерфейсів, що дало можливість скоротити у 2 рази час розробки мережних інтерфейсів навігаційного сервісу «ZitTrack».

Факт збіжності результатів досліджень мережних інтерфейсів з прогнозованими, підтверджує ефективність запропонованого підходу.

З використанням модульних мережних інтерфейсів, а саме на основі принципів використання, інстанціювання, наслідування було розроблено навігаційний сервіс «ZITtrack». Цей сервіс (інформаційний, навігаційний та диспетчерський) призначений для відображення в реальному масштабі часу на карті місцевості розташування підконтрольних рухомих об'єктів, відображення їх поточного стану, а також перегляду історії їх переміщень і змін стану. Навігаційний сервіс «ZITtrack», працює не залежно від типу конкретного пристрою, рис. 7.

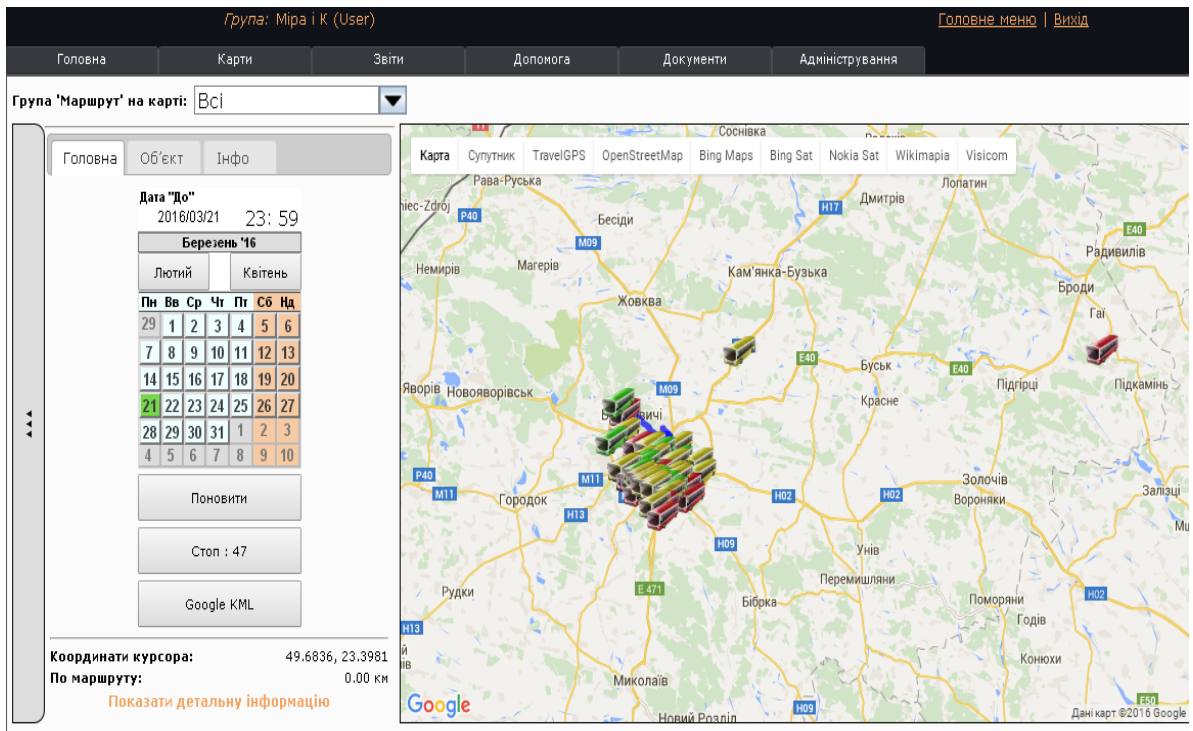


Рис. 7. Спрощений вигляд НС «ZITtrack» у роботі з об'єктами

НС «ZITtrack» для доріг Львівської області, використаний комунальним підприємством «Львівавтодор», показано на рис.7. Усі зміни початково розробленого навігаційного сервісу «ZITtrack» зроблено у комерційних цілях цим комунальним підприємством. НС кіберфізичних систем підтримує GPS трекери різних виробників, серед яких, як переносні GPS трекери, так і професійні GPS рішення з усього Світу.

Запропоновані засоби мережної взаємодії, були використані при розробці навігаційного сервісу «ZITtrack» і протестовані на час реакції, а також отриманий термін розробки.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі проведено теоретичне обґрунтування й нове вирішення актуального наукового завдання підвищення ефективності мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем. Ці сервіси передбачають велику кількість мережних інтерфейсів в порівнянні з іншими галузями застосування. При цьому було отримано такі наукові та практичні результати:

1. Проведено аналіз відомих методів та засобів забезпечення мережної взаємодії між навігаційними сервісами кіберфізичних систем та користувачами і навігаційними пристроями у безкабельній мережі.

2. Запропоновано вдосконалення методу клієнт-серверної взаємодії для навігаційних сервісів кіберфізичних систем шляхом параметризації системи команд та даних, які для кожного класу задач визначають принципи розробки мережного інтерфейсу та його специфікації, що дає можливість зменшити час реакції мережного інтерфейсу на запити від клієнтів та терміни розробки для його програмної реалізації.

3. Запропоновано модель параметризованого мережного інтерфейсу у навігаційних сервісах кіберфізичних систем, яка дала змогу спростити розробку мережних інтерфейсів та підвищити ефективність цих інтерфейсів.

4. Вдосконалено існуючі методи динамічної, статичної та статично-динамічної мережної взаємодії в навігаційних сервісах кіберфізичних систем шляхом оптимізації функцій мережного інтерфейсу, що дає можливість ефективно реалізовувати мережний інтерфейс навігаційних сервісів кіберфізичних систем.

5. Запропоновано вдосконалені методи розробки мережних інтерфейсів у навігаційних сервісах кіберфізичних систем на основі принципів - наслідування, використання та інстанціювання у відповідності до класу задач: взаємодії з пристроями, взаємодії між інтерфейсом користувача і навігаційними сервісами кіберфізичних систем, взаємодії навігаційних сервісів кіберфізичних систем з базою даних, які дозволяють зменшити час реакції мережних інтерфейсів у навігаційних сервісах кіберфізичних систем.

6. Розроблений спосіб та проведене порівняння мережних інтерфейсів побудованих з застосуванням вдосконалених методів та традиційних підходів до побудови мережних інтерфейсів, які дали можливість скоротити у 2 рази час розробки мережних інтерфейсів навігаційного сервісу ZiTrack.

7. Реалізовані методи розробки мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем дали можливість на 19% підвищити ефективність мережної взаємодії кіберфізичних систем для моніторингу рухомих об'єктів.

8. Запропоновані засоби мережної взаємодії були використані при розробці навігаційного сервісу «ZiTrack» і протестовані на час реакції та отриманий термін розробки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пастернак І. Класифікація засобів модульної взаємодії між клієнтом і сервером / І.І. Пастернак, Ю.В. Морозов // Вісник «Комп'ютерні системи та мережі».- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2011.- №717.- С. 108-113.
2. Пастернак І. Модель об'єктної клієнт-серверної взаємодії / І.І. Пастернак , Ю.В. Морозов // Вісник «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2011.- №719.- С. 164-167.
3. Пастернак І. Мережні інтерфейси рівня клієнт-сервер / І.І. Пастернак, Ю.В. Морозов // Вісник «Інформаційні системи та мережі».- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2012.- №743.- С. 121-131.
4. Пастернак І. Параметризовані мережні інтерфейси / І.І. Пастернак // Вісник «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2012.- №744.- С. 3-9.
5. Пастернак І. Модульний інтерфейс клієнт-серверної взаємодії / І.І. Пастернак // Вісник «Комп'ютерні системи та мережі».- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2012.- №745.- С. 160-163.
6. Пастернак І. Огляд та аналіз навігаційної системи OpenGTS / І.І. Пастернак // Вісник «Нові технології».- Кременчук: Кременчуцький

- університет «Економіки, інформаційних технологій і управління», 2012.- № 2-3 (36-37).- С. 88-91.
7. Pasternak I. Modular network interface for distributed information navigation systems / I.I. Пастернак, Ю.В. Морозов // Computational problems of electrical engineering. – V.3, № 2. – Lviv, 2014. – p. 47-56 (*INDEX COPERNICUS*).
 8. Пастернак І. Оцінка ефективності виконання паралельних обчислень / І.І. Пастернак, Є.Я. Ваврук // Матеріали 5-тої міжвузівської науково-технічної конференції ІППТ-2010.- Львів, 2010.- С. 280-281.
 9. Пастернак І. Навантажувальне тестування мережного інтерфейсу клієнтськими запитами / І.І. Пастернак, Ю.В. Морозов // Матеріали 10-тої відкритої наукової конференції ІМФН .- Львів, 2012.- С. І.7-І.10.
 10. Пастернак І. Реалізація сетевого інтерфейса на основі формул / І.І. Пастернак, Ю.В. Морозов // Матеріали міжнародної конференції ITS-2012.- Мінськ, Білорусь, 2012.- С. 252-253.
 11. Пастернак І. Об'єктна взаємодія клієнта з сервером через мережний інтерфейс / І.І. Пастернак // Матеріали 4-тої науково-практичної конференції ЕлІт-2012.- Чинадієво, 2012.- С. 102-106.
 12. Iryna Pasternak Modular Interface / І.І. Пастернак // Матеріали 6-тої міжнародної конференції CSIT-2012.- Львів, 2012.- С. 117-118.
 13. Пастернак І. Опис та аналіз мережного інтерфейсу на основі формул / І.І. Пастернак // Матеріали заочної науково-практичної конференції «Наукові підсумки 2012 р.».- Харків, 2012.- С. 41-42.
 14. Iryna Pasternak Implementation of modular interface with client-server interaction / І.І. Пастернак // Матеріали 9-тої міжнародної конференції MEMSTECH - 2013.- Поляна, 2013.- С. 91-92.
 15. Iryna Pasternak Using the principle of modularity of client-server interaction in the global network / І.І. Пастернак, Ю.В. Морозов // Матеріали 6-тої міжнародної конференції ACSN - 2013.- Львів, 2013.- С. 61-64.
 16. Pasternak I. Client-Server Interaction on the WWW / Iryna Pasternak, Yuriy Morozov // Матеріали VI міжнародної конференції молодих вчених CSE-2013.- Львів 2013. – С. 10-15.

АНОТАЦІЯ

Пастернак І.І. Підвищення ефективності мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. – Національний університет "Львівська політехніка" Міністерства освіти і науки України, Львів, 2016.

У дисертаційній роботі розв'язано наукову задачу підвищення ефективності мережних інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем. Запропоновано метод розробки мережного інтерфейсу для навігаційних сервісів кіберфізичних систем шляхом параметризації системи команд та даних, за якою для кожного класу задач визначають підходи для розробки мережного

інтерфейсу та його специфікації, що дає можливість зменшити час реакції мережного інтерфейсу на запити від клієнтів. Вдосконалено існуючі методи динамічної, статичної та статично-динамічної мережної взаємодії в навігаційних сервісах кіберфізичних систем шляхом оптимізації функції мережного інтерфейсу, що дає можливість зменшити час розробки мережних інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем. Запропоновано спосіб порівняння розроблених і традиційних засобів реалізації мережних інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем, який дав можливість на етапі проектування навігаційних сервісів вибрати один із вдосконалених методів для реалізації мережних інтерфейсів.

Ключові слова: мережна взаємодія навігаційних сервісів кіберфізичних систем, мережний інтерфейс, модульний мережний інтерфейс, ефективність.

АННОТАЦІЯ

Пастернак И.И. Повышение эффективности сетевых интерфейсов навигационных сервисов киберфизических систем. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 - компьютерные системы и компоненты. - Национальный университет "Львівська політехніка" Министерства образования и науки Украины, Львов, 2016.

В диссертационной работе решена научная задача повышения эффективности сетевых интерфейсов в навигационных сервисах киберфизических систем. Предложен метод разработки сетевого интерфейса для навигационных сервисов киберфизических систем путем параметризации системы команд и данных, по которой для каждого класса задач определяют подходы для разработки сетевого интерфейса и его спецификации, что позволяет уменьшить время реакции сетевого интерфейса на запросы от клиентов. Усовершенствованы существующие методы динамической, статической и статически динамической сетевого взаимодействия в навигационных сервисах киберфизических систем путем оптимизации функции сетевого интерфейса, что позволяет уменьшить время разработки сетевых интерфейсов навигационных сервисов киберфизических систем. Предложен способ сравнения разработанных и традиционных средств реализации сетевых интерфейсов навигационного сервиса киберфизических систем, который дал возможность на этапе проектирования навигационных сервисов выбрать один из усовершенствованных методов для реализации сетевых интерфейсов. Проведен анализ известных методов и средств обеспечения сетевого взаимодействия между навигационными сервисами киберфизических систем и пользователями и навигационными устройствами в бескабельных сетях. Сделано усовершенствование методик, для разделения сетевого интерфейса навигационного сервиса киберфизических систем на компоненты. Предложено усовершенствование методов реализации сетевых интерфейсов в процессе их разработки, для сетевого взаимодействия между навигационными сервисами киберфизических систем и пользователями и навигационными устройствами в бескабельных сетях. Разработаны средства реализации сетевых интерфейсов

навигационного сервиса киберфизичних систем. Практически реализовано разработаны сетевые интерфейсы навигационных сервисов киберфизичних систем. По сравнению с точки зрения эффективности предлагаемых решений и известных подходов, для реализации сетевых интерфейсов навигационного сервиса киберфизичних систем.

Ключевые слова: сетевое взаимодействие навигационных сервисов киберфизических систем, сетевой интерфейс, модульный сетевой интерфейс, эффективность.

ABSTRACT

Pasternak I.I. Improving efficiency network interfaces navigation services cyber physical systems. – On the rights of manuscript.

Thesis for scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.05 - Computer Systems and Components. - "Lviv Polytechnic" National University Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2016.

The thesis is solved a scientific problem of increasing the efficiency of network interfaces for navigation services kiberfizichnih systems. A method for developing the network interface for navigation services kiberfizichnih systems by parameterization of the system of commands and data, according to which each class of problems, determine the approach for the development of the network interface and its specifications, which reduces the response time of the network interface to requests from customers. Improve existing methods of dynamic, static and dynamic static networking in navigation services kiberfizichnih systems by optimizing the network interface function, which reduces development time network interface navigation services kiberfizichnih systems. A method for comparing the developed and the traditional means of implementation of network interfaces kiberfizichnih navigation service systems, which made it possible in the design phase of navigation services, select one of improved methods for the implementation of the network interfaces.

Keywords: networking navigation services cybephysical systems, network interface, network interface module, efficiency.

Підписано до друку ____. ____.2016 р.
Формат 60x90 1/16. Папір офсетний.
Друк на різнографі. Умовн. друк. арк. 1,5. Обл.-видав. арк. 0,8.
Тираж 100 прим. Зам. №

Поліграфічний центр
Видавництва Національного університету "Львівська політехніка"
вул. Ф. Колесси, 2, 79000, м. Львів
Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.