

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА TEAMFINDER
ДЛЯ ГІБРИДНИХ СЕРВІСІВ**

Пономарьов В. О., Гриньова О.Є.

e-mail: viktor.ponomarov@nure.ua, olena.hrynova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ШІ
м. Харків, Україна

This paper investigates the resilience of the TeamFinder hybrid system under extreme resource volatility. An autonomous network reconfiguration mechanism is proposed based on node substitution, where missing service nodes are replaced by cognitive support modules. This approach transforms service chain disruptions into a protocol of information compensation (DIY Mode). Mathematical modeling utilizes Sentence-BERT for semantic task decomposition and cosine similarity for knowledge retrieval. The results indicate that this hybrid architecture enhances structural robustness and sustains systemic connectivity in volatile environments through intelligent adaptation mechanisms.

Сучасна теорія складних систем розглядає цифрові сервісні платформи як динамічні мережі [1], стабільність яких залежить від безперервності зв'язків між вузлами-замовниками та вузлами-виконавцями [2]. Проте умови воєнного стану, дефіцит кадрів та енергетична нестабільність (зокрема в Харківському регіоні) створюють середовище з екстремальною волатильністю. Традиційні системи типу TaskRabbit або Meetup демонструють низьку структурну «живучість» (structural robustness), оскільки для разових побутових чи соціальних запитів їхня відмова при зникненні людського ресурсу є критичною. Виникає потреба у створенні «простору довіри», який інтегрує функції пошуку фахівців із механізмами ШІ-підтримки. Актуальним є розробка гібридної системи TeamFinder, здатної до автономної реконфігурації та заміщення відсутніх вузлів когнітивними модулями підтримки на основі HTN-планування [3].

Постановка задачі. Необхідно розробити математичну модель, яка описує поширення запитів у гібридному середовищі та визначає умови виникнення «фазового переходу» – моменту, коли система переходить від деградації до самовідновлення за рахунок активації когнітивних ресурсів.

Мультиагентна модель системи TeamFinder. Систему представлено як множину агентів $A = \{A_u, A_s, A_{ai}\}$, де A_u – користувачі, A_s – сервісні вузли, а A_{ai} – супервізорний когнітивний агент. Взаємодія між ними регулюється динамічним графом $G(t) = (V, E)$.

Особливістю моделі є введення ентропійного фільтра, який оцінює ймовірність доступності вузла A_s на основі енергетичного графіка та регіональної активності. Коли ентропія конкретного підграфа послуг перевищує поріг $H_{\max}$, система ініціює процедуру «м'якої деградації» –

перехід від прямого виконання завдання до генерації інтелектуальних інструкцій (Path B).

Алгоритм адаптивної реконфігурації HTN – двохстадійний алгоритм обслуговування (Path A/B). Взаємодія в системі розгалужується залежно від предикату наявності ресурсу (виконавця) $Rs_i \in \{0, 1\}$ (рис. 1).



Рисунок 1 – Алгоритм адаптивної реконфігурації сервісних ланцюжків у системі TeamFinder

Шлях А ($R=1$). В класичній схемі, після інтелектуальної декомпозиції запиту, ланцюжок виглядає так: Потреба $\rightarrow$ Пошук $\rightarrow$ Виконавець $\rightarrow$ Результат. Процес аналізу складного запиту Q природною мовою від користувача реалізовано як функцію відображення $f: Q \rightarrow G$, де $G = (V, E)$ – орієнтований ациклічний граф (DAG) завдань. Множина вершин V відповідає атомарним підзавданням S_i (наприклад, демонтаж, сантехніка), а множина ребер E визначає відношення передування $s_i < s_j$. Математична логіка базується на апараті ієрархічних мереж завдань (HTN), що дозволяє автоматично структурувати план роботи та пропонувати користувачеві роль «Виконроба» для централізованого управління всім графом задач.

Шлях В ($R=0$). Якщо ланка «Виконавець» випадає (нуль у предикаті наявності ресурсу $R=0$), ланцюжок розривається. Користувач залишається з проблемою віч-на-віч, система стає марною. У такому разі активується режим Smart Assistant (DIY Mode). Коли система фіксує відсутність фізичного вузла (людини-майстра / ресурсу), вона ініціює реконфігурацію графа. Система трансформується у базу знань, надаючи ШІ-консультації та покрокові інструкції (відео, лайфхаки) для самостійного вирішення проблеми. Це забезпечує виняткову живучість (robustness) сервісу в умовах дефіциту кадрів. Для складних завдань використовується ієрархічна мережа завдань (HTN). В умовах волатильності традиційний пошук

у глибину (DFS) для знаходження виконавця доповнюється механізмом динамічного заміщення. Якщо для завдання s_i (наприклад, «монтаж сантехніки») предикат наявності ресурсу $R(s_i, t) = 0$, супервізор A_{ai} виконує операцію ін'єкції знань:

1) визначається семантичний вектор завдання v_{s_i} через Sentence-BERT [4]. Вектор v_{s_i} є першоджерелом семантичної інформації, яке в алгоритмі фільтрації виступає як вектор-запит v_q , що шляхом порівняння з векторами еталонних категорій v_{cat} дозволяє ідентифікувати найбільш релевантний інтелектуальний ресурс;

2) проводиться косинусна фільтрація бази знань для знаходження відповідного DIY-пакета (косинусна близькість між вектором запиту v_q та еталонними категоріями v_{cat} за формулою $similarity = \cos(\theta) = \frac{v_q \cdot v_{cat}}{\|v_q\| \|v_{cat}\|}$).

Обирається та категорія v_{cat} , для якої значення $similarity$ є максимальним. Знайдений пакет інструкцій інтегрується в систему в статусі «вузла-замінника»;

3) здійснюється динамічна підстановка моделі III як темпорального вузла мережі, що забезпечує структурну зв'язність графа та транслює користувачеві A_u адаптивний когнітивний ресурс замість відсутнього фізичного елемента у режимі реального часу.

Замість розриву ланцюжка, система трансформує його у алгоритм інформаційної компенсації (генерація III-інструкцій). Модель адаптивності TeamFinder описує механізм переходу системи в режим інтелектуального супроводу (Path B), де при критичному дефіциті кадрів функціональна роль фізичного вузла заміщується когнітивним ресурсом.

Такий підхід забезпечить функціональне самовідновлення та безперервність процесів. Гібридна архітектура TeamFinder підвищує структурну живучість мережі, підтримуючи системну зв'язність через інтелектуальні механізми адаптації навіть за умов деградації ринку послуг.

Список використаних джерел:

1. Newman M. E. J. Networks. 2nd ed. Oxford : Oxford University Press, 2018. 800 p. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198805090.001.0001>
2. Parker G. G., Van Alstyne M. W., Choudary S. P. Platform Revolution. New York : W. W. Norton & Company, 2016. 352 p.
3. Georgievski I., Aiello M. An Overview of Hierarchical Task Network Planning // Artificial Intelligence Review. – 2015. – Vol. 43, No. 1. – P. 1–28.
4. Reimers N., Gurevych I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. 2019.
5. Шевченко Т. С., Гриньов С. А. Інтелектуальна реконфігурація енергомереж після збоїв. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та кібербезпека» (ІКТК-2025). Харків, ХНУРЕ, 2025, С. 223–228.