

УДК 65.0(075.8)

Модель мультипаралельної обробки інформації мережевого планування

Толстолузький
Євген
Дмитрович

аспірант;

Харківський національний університет радіоелектроніки,
проспект Науки, 14, Харків, Україна, 61166

e-mail: evventol@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2039-0267>

У сучасному світі інформаційні технології відіграють все більш важливу роль. Це призводить до зростання кількості IT-проектів. IT-проект - це проект, який має чіткі терміни та мету створення унікального та якісного продукту за встановленими термінами. IT-проекти складаються з різноманітних технологій, обчислювальних та комунікаційних процесів, інформаційних та людських ресурсів. Для ефективного управління такими проектами використовується поняття управління проектами. Управління проектами включає в себе створення та коригування планів, контроль та розподіл ресурсів і задач, створення балансу між проектними обмеженнями. Чим триваліший проект, тим більше ризиків виникає під час його виконання та впровадження. Ці фактори можуть впливати на час розробки проекту, його прибуток, витрачені ресурси, а також втрати та витрати у разі непередбачених ситуацій. Для спеціалістів, які працюють над створенням IT-проектів, будь-які незаплановані питання та витрати можуть стати великою проблемою. Тому розробка нових автоматизованих рішень для управління проектами є актуальним питанням. Такі програмні моделі можуть допомогти мінімізувати витрати часу та розрахувати можливі ризики. Одним з етапів, який можна автоматизувати під час планування робіт та ресурсів, є побудова візуальної моделі виконання робіт у вигляді мережевого графу. У даній роботі розглядається можливість автоматизування процесу побудови мережевого графу з використанням методів мультипаралельної обробки інформації. Даний вид розрахунків може збільшити вигрощ у часі виконання проекту, налагодити механізм паралельного виконання поставлених задач, а також мінімізувати можливі ризики.

Ключові слова: проект, автоматизація, менеджер з проектів, мультипаралельна обробка інформації.

Як цитувати: Толстолузький Є. Д. Модель мультипаралельної обробки інформації мережевого планування. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління.* 2023. вип. 59. С.56-62. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2023-59-06>

How to quote: Y. Tolstoluzkyi, "Model of multiparallel information processing for network planning" *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University, series Mathematical modeling. Information technology. Automated control systems*, vol. 59, pp. 56-62, 2023. <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2023-59-01> [In Ukrainian].

1 Вступ

Багато компаній, як великих, так і малих, стикаються з проблемою розподілу ресурсів. Ця проблема може бути вирішена за допомогою процесу планування. Планування дозволяє визначити терміни виконання робіт проекту, кількість необхідних людських та інших ресурсів, а також визначити ризики.

Використання комп'ютерних технологій для планування забезпечує більшу надійність та зменшує кількість людських помилок. Крім того, багато процесів у проекті виконуються паралельно, тому для розрахунку та побудови моделі раціонально використовувати паралельні технології.

Тому тема роботи, пов'язана з розробкою моделі мультипаралельної обробки інформації мережевого планування, є актуальною.

2 Постановка задачі

Планування будь-якого проекту починається з чітко визначеного набору завдань. Для цього необхідно проаналізувати продукт, який планується створити. На першому етапі розробляється MVP (minimum viable product, мінімально життєздатний продукт) – це базова версія продукту, що

вирішує одну з основних задач потенційного клієнта. Після цього можна приступати до створення завдань, які необхідно виконати для реалізації проекту.

Від якості та точності оцінки часу та складності завдань залежить успіх проекту. Якщо завдання будуть переоцінені за часом або недооцінені за складністю, це може призвести до затримок у виконанні проекту або навіть до його провалу.

Для моделі, яка розробляється, дані повинні бути сформовані у відповідності з вимогами. Якщо дані не будуть відповідати вимогам, модель не зможе побудувати мережевий граф та оцінити ризики та терміни виконання.

Вимоги до листа:

- Завдання записуються одне за одним без розривів.
- Показники завдань займають чітке місце у таблиці, як показано на рисунку 1.
- Максимальна кількість задач у листі обмежена максимальною ємністю змінних у мові C++ (приблизно 20000 задач).

Структура таблиці складена відповідно до методології PERT (Project Evaluation and Review Technique). Ця методологія була обрана, оскільки вона найкращим чином застосована для аналізу часу та визначення ризиків проекту, використовується для проектів різної величини та є простою для програмної реалізації.

Методи мультипаралельної обробки інформації мають потужний апарат для розпаралелювання процесів. Це дозволяє автоматично розраховувати та будувати паралельні граф-схеми (мережеві графи) різної глибини, від одногількових до максимально розпаралелених. Крім того, ці методи дозволяють вибрати найкращий варіант розпаралелювання для кожного проекту.[1-3]

Індекси	Задачі	Описання	Оптимістичний час	Песимістичний час	Фаза виконання	Оцінка важкості	Зв'язки
1	Головна сторінка дизайну		14	25		3	0
2	Створення стилю та розмітки головного сайту		4	10		2	1
3	Додавання функцій на сторінку		7	15		4	2
4	Створення бази знань		3	5		2	0
5	Підключення бази знань до сайту		5	9		3	4
6	Оптимізація та організація бази знань		15	28		5	4
7	Заповнення бази знань даними користувачів і їх ролях		10	20		4	5
8	Додавання авторизації на сайт		8	14		4	7
9	Створення мобільної версії сайту		5	18		3	8,3

Рис. 1. Приклад таблиці параметрів мережевого графа

3 Опис моделі

На рисунку 2 представлена модель мультипаралельної обробки інформації мережевого планування у нотації IDEF0. Ця нотація була обрана, оскільки вона призначена для чіткого відображення процесів, залежності кожної роботи від інших та сторонніх вимог. Нотація IDEF0 дозволяє відобразити не часову послідовність, а відношення між роботами.



Рис. 2. Модель в системі нотації IDEF0

Розроблена модель містить наступні блоки:

1. блок для запису у лист задач;
2. блок для синтезу і трансляції СЧС (семантико-числових специфікацій);
3. блок для вибору методу мультипаралельної обробки інформації;
4. блок для розпаралелювання;
5. блок для оцінки показників ефективності;
6. блок для динамічної зміни ресурсів;
7. блок для верифікації;
8. блок для візуалізації.

Наведемо більш детальний опис моделі.

Блок 1: структурне планування.

У цьому етапі відбувається обговорення проекту з замовником, розбиття проекту на завдання, визначення термінів та бюджету для кожного завдання. Крім того, відбувається попередня оцінка завдань, їх тривалості, залежності між ними та важливості кожного завдання. Цю роботу можна виконати в будь-якому середовищі, яке працює з таблицями, наприклад Excel. Після оформлення листа завдань, ці дані передаються у блок 2 синтезу та трансляції СЧС. Важливо відзначити, що лист завдань повинен бути формалізованим згідно з вимогами його оформлення. Тобто, у блоці 1 відбувається формування формалізованого листа завдань, який відповідає ідеям замовника.[4]

Блок 2: синтез та трансляція СЧС.

У цьому блоці відбувається створення програми на мові C++, згідно з формалізованим листом задач. Після цього програма подається на синтезацийний транслятор, який генерує таблиці СЧС. Ці таблиці використовуються методами мультипаралельної обробки інформації для конвертації послідовного алгоритму у паралельний. Тобто, блок 2 приймає лист задач та перетворює його на СЧС таблиці, які необхідні для розпаралелювання алгоритму.

Блок 3: вибір методу мультипаралельної обробки інформації.

На цьому етапі обирається метод, який буде використовуватися для розпаралелювання алгоритму. У моделі можуть використовуватися такі методи мультипаралельної обробки інформації:

- метод суміщення незалежних робіт;
- конвеєрний метод;
- декомпозиційний метод;
- метод суміші алгоритмів.

Ці методи розміщені по мірі ускладнення. Наступний метод обирається, якщо обраний метод має незадовільні показники на етапі оцінки. З точки зору планування робіт класичні методи паралельної обробки інформації можуть бути інтерпретовані наступним чином.

Метод суміщення незалежних робіт. Цей метод полягає в тому, що незалежні завдання обробляються паралельно. Тобто, якщо завдання не мають послідовних зв'язків, то вони можуть виконуватися одночасно. Для того, щоб застосувати цей метод, необхідно виконати такі умови: завдання повинні бути незалежними, попередня задача повинна бути завершена до моменту початку виконання наступної задачі. У цьому методі спеціаліст працює над задачами у одній гілці від початку до кінця. Тобто, для кожної окремої гілки потрібен свій спеціаліст.

Конвеєрний метод. Цей метод полягає в тому, що завдання розбивається на фрагменти, які обробляються послідовно. При цьому, кожний фрагмент може виконуватися різними

спеціалістами, залежно від їхньої кваліфікації. Наприклад, якщо на проекті працюють спеціалісти різних рівнів кваліфікації (Junior, Middle, Senior, Architector), то один і той самий фрагмент проекту може бути виконаний різними працівниками по-різному та за різний проміжок часу. У цьому випадку, більш кваліфікований працівник виконує найбільш тривалі фрагменти проекту, у той час коли найлегший, або найкоротший фрагмент виконує менш кваліфікований спеціаліст.

Декомпозиційний метод. Цей метод є покращеною версією конвеєрного методу. Він полягає в тому, що завдання розбивається на частини, які можуть виконуватися різними спеціалістами. При цьому, спеціалісти можуть обмінюватися інформацією та допомагати один одному. Наприклад, якщо є складна задача, над якою працює менш кваліфікований співробітник, то йому в допомогу кожен день на деякий час допомагає більш кваліфікована людина. Ця допомога може бути як поясненням задачі, постановкою конкретних кроків, поясненням незрозумілих моментів, або допомогою в реалізації роботи. Таким чином, декомпозиційний метод дозволяє значно прискорити виконання складних задач, навіть якщо на них працюють спеціалісти з різним рівнем кваліфікації. Цей метод особливо ефективний для великих проектів, де існує багато складних задач.

Метод суміші алгоритмів. Цей метод є поєднанням методу суміщення незалежних робіт та декомпозиційного методу. У цьому методі головна ідея полягає в тому, щоб максимально ефективно використовувати ресурси працівників, щоб уникнути простоїв. Для цього методу необхідно розрахувати максимальне навантаження на співробітника та комбінованість працівників над задачами. Тобто, необхідно визначити, які завдання можуть виконуватися паралельно, а які послідовно. Таким чином, метод суміші дозволяє значно скоротити час виконання проекту, навіть якщо в ньому є складні задачі.

Блок 4: розпаралелювання.

На цьому етапі відбувається:

- побудова множини задач;
- розбиття множини задач на підмножини, які формуються на різних часових ярусах;
- розрахунок моментів початку та закінчення задач;
- прорахунок можливості розгалуження та запуску різних задач на одному і тому ж самому часовому відрізьку;
- попередня оцінка складності та тривалості реалізації стислої моделі;
- формування стислої СЧС моделі;
- розрахунок часу та складності виконання.

Тобто, блок 4 приймаючи таблиці СЧС перетворює їх на часопараметризовану модель у середовищі програмування, згідно з обраним методом мультипаралельної обробки інформації.

Блок 5: оцінка показників ефективності.

На цьому етапі відбувається оцінка показників ефективності часопараметризованої мультипаралельної моделі (ЧПММ). Оцінка проводиться за такими показниками:

- час виконання;
- складність виконання;
- критичний шлях;
- показники ризиків.

Оцінка проводиться за допомогою методології PERT.

Якщо оцінки ефективності не влаштовують, то відбувається повторне розпаралелювання, але користуючись іншим методом мультипаралельної обробки. Цей процес може повторюватися кілька разів, поки не будуть отримані задовільні оцінки ефективності. У випадку коли показники усіх методів не задовольняють вимогам, виводиться найкращий з можливих варіантів методу та розпаралелення.

Блок 6: динамічної зміни ресурсів.

На етапі 6 відбувається динамічна зміна ресурсів для оптимізації продуктивності ЧПММ. Для цього використовуються семантико-числові параметри, які враховують зміни ресурсу цифрових систем у динаміці виконання задач. Блок розраховує можливу глибину розгалуження для кожного проекту. Цей показник передається на блок розпаралелення, який робить розгалуження задач у відповідності з даними. На блок оцінки ефективності подаються усі моделі, від послідовної до максимально розгалуженої. Це дозволяє оцінити ефективність різних варіантів розгалуження та вибрати найкращий. [5]

Блок 7: верифікація.

На цьому етапі відбувається перевірка коректності та відповідності результатам формального синтезу ЧПММ.

У якості вхідних даних верифікатора можуть використовуватися:

- структури СЧС моделей;
- часові структури СЧС;
- графічні специфікації часопараметризованих моделей.

Верифікатор виконує такі завдання:

- компіляційна верифікація структур семантико-числової специфікації графа та послідовної програми;
- верифікація структур семантико-числових специфікацій часопараметризованої мультипаралельної моделі;
- перевірка відповідності показників ефективності заданим вимогам та обмеженням.

Блок 8: візуалізація.

На цьому етапі відбувається побудова візуальної складової моделі.

Візуалізатор приймає підготовлені дані та на їхній основі будує такі візуальні елементи:

- часові графи проекту (Рис.3-6);
- дані розрахунків ризиків (Рис.7);
- дані розрахунків ймовірної тривалості проекту (Рис.8).

Ці візуальні елементи дозволяють зрозуміти структуру та поведінку моделі. На наступних рисунках представлено результати візуалізації.

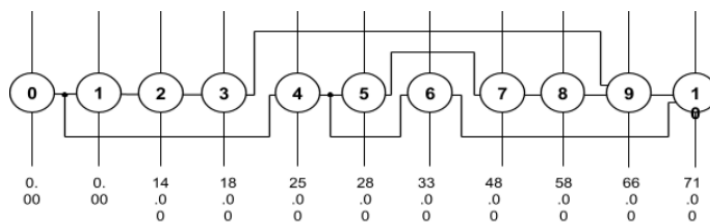


Рис. 3 – Часова послідовна мережева модель планування виконання робіт при мінімальному часі реалізації задачі.

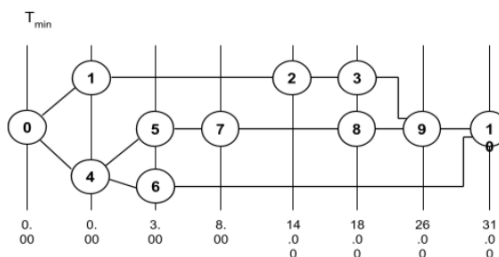


Рис. 4. Часова паралельна мережева модель планування виконання робіт при мінімальному часі реалізації задачі.

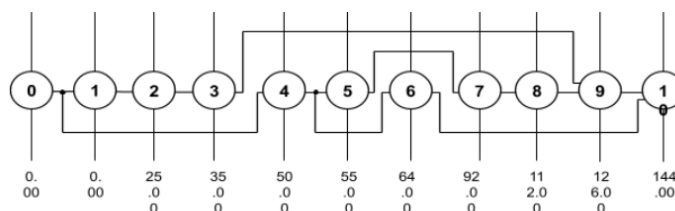


Рис. 5. Часова послідовна мережева модель планування виконання робіт при максимальному часі реалізації задачі.

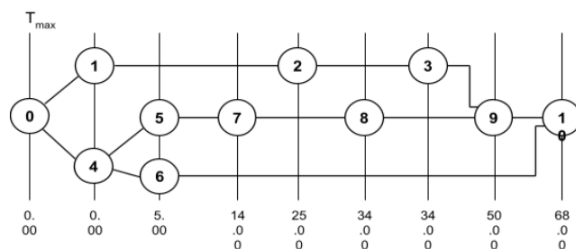


Рис. 6. Часова мережева паралельна модель планування виконання робіт при максимальному часі реалізації задач.

i	j	t_{i-j}^o	t_{i-j}^{mv}	t_{i-j}^p	t_{i-j}^{cp}	σ_{i-j}^2
0	1	14	20	25	19.8	3.36
1	2	4	6	10	6.3	1
2	3	7	10	15	10.3	1.7
0	4	3	4	5	4	0.1
4	5	5	7	9	7	0.4
4	6	15	22	28	21.8	4.6
5	7	10	16	20	15.6	2.7
7	8	8	11	14	11	1
8	9	5	13	18	12.5	4.6
3	9	5	12	18	11.8	4.6

Рис. 7 Вихідні дані середнього часу та середньоквадратичної дисперсії

	Для послідовної моделі	Для паралельної моделі
Вірогідність	95	
Директивний час	115	
Середній час критичного шляху	118.4	53.2
Час успішного виконання проекту за заданою вірогідністю	123	58

Рис. 8. Вихідні дані

4 Висновки

Розроблена модель мультипаралельної обробки інформації мережевого планування дозволяє майже повністю нівелювати негативний вплив людей на етапі мережевого планування, – особливо, при формуванні мережевого графу, тому, що автоматично побудована схема є більш точною.

Порівнюючи мережеве планування із застосуванням методів мультипаралельної обробки зі звичайним мережевим плануванням можна відмітити візуалізацію чіткої часової граф схеми, на якій відображено у який час буде закінчена та чи інша задача, орієнтуючись на працівників, що працюють паралельно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гергель, В.П., Стронгін, Р.Г. Основи паралельних обчислень для багатопроцесорних обчислювальних систем. - Н.Новгород, ННГУ. 2003.
2. Воєводін В.В., Воєводін Вл.В. Паралельні обчислення. - СПб.: БХВ-Петербург.2002.
3. Немнюгін С. Моделі та засоби програмування для багатопроцесорних систем - СПб.: БХВ-Петербург. 2009.
4. Хьюз К., Хьюз Т. Паралельне і розподілене програмування на C++: Пер. з англ. - М.: Видавничий дім "Вільямс", 2004. - 672с.
5. Поляков Г.А., Шматков С.І., Толстолужська О.Г., Толстолужський Д.А. Синтез і аналіз паралельних процесів в адаптивних часопараметризованих обчислювальних системах. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012, -672с.

REFERENCES

1. Gergel, V.P., Strongin, R.G. Fundamentals of Parallel Computing for Multiprocessor Computing Systems. - Nizhny Novgorod, UNN. 2003. [In Ukrainian].
2. Voevodin V.V., Voevodin V.V. Parallel computing. - SPb .: BHV-Petersburg. 2002. [In Ukrainian].
3. Nemnyugin S. Models and programming tools for multiprocessor systems - SPb .: BHV-Petersburg. 2009. [In Ukrainian].
4. Hughes K., Hughes T. Parallel and distributed programming in C ++ .: Per. from English - M .: Publishing house "Williams", 2004. - 672s. [In Ukrainian].
5. Polyakov G.A., Shmatkov S.I., Tolstoluzhskaya E.G., Tolstoluzhsky D.A. Synthesis and analysis of parallel processes in adaptive time-parameterized computing systems. - Kh .: KhNU named after V.N. Karazin, 2012.-672s. [In Ukrainian].

Model of multiparallel information processing for network planning

**Tolstoluzkyi
Yevhen**

*PhD student;
Kharkiv National University of Radio Electronics,
14 Nauky Avenue, Kharkiv, Ukraine, 61166*

The information technologies are playing an increasingly important role in the modern world. This leads to an increase in the number of IT projects. An IT project is a project that has clear deadlines and the goal of creating a unique and high-quality product within the set timeframe. IT projects consist of various technologies, computing and communication processes, information and human resources. To effectively manage such projects, the concept of project management has been formalized. Project management involves creating and adjusting plans, controlling and allocating resources and tasks, and creating a balance between project constraints. The longer the project, the more risks arise during its execution and implementation. These factors can affect the project's development time, profit, resources spent, as well as losses and costs in the event of unforeseen situations. For specialists working on IT projects, any unplanned issues and costs can present serious challenge. That's why the development of new automated project management solutions is a pressing issue. Such software models can help to minimize time and calculate possible risks. One of the stages that can be automated during the planning process is the construction of a visual model of work in the form of a network graph. This paper considers the possibility of automating the process of building a network graph using multiparallel information processing methods. This type of calculation can increase the gain in project execution time, establish a mechanism for parallel execution of tasks, and minimize possible risks.

Key words: *project, automation, project manager, multiparallel information processing methods.*