

УДК 004.031.43

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.4>

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ АГЕНТАМИ

Яровий О. В. – начальник навчального відділу
Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0002-3889-5730

Завгородній В. В. – доктор технічних наук, професор,
доцент кафедри інформаційних систем і технологій
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0002-8347-7183

В даній роботі розглядається кілька видів систем управління, кожна з яких має свої особливості у побудові, управлінні та функціонуванні. Щоб уточнити поняття системи управління в даному дослідженні, ми визначимо її як сукупність мобільних агентів, включаючи центральні та вузлові мобільні агенти, які взаємодіють між собою. Вони передають сигнали, команди та інформацію одне одному та об'єднуються для виконання складних завдань.

У даній статті була запропонована структурна схема системи управління мобільними агентами, яка розкриває ключові аспекти організації та функціонування системи. Розглянувши компоненти цієї схеми більш детально, можна сформулювати додаткові висновки та ідеї. Загалом, запропонована структурна схема системи управління мобільними агентами розкриває різнобічний підхід до розв'язання завдань у сфері автономних систем. Її компоненти взаємодіють між собою, утворюючи цілісний механізм, який може бути використаний для оптимізації різноманітних завдань та досягнення високого рівня ефективності системи управління мобільними агентами.

На підставі проведених досліджень та розробки функціональних характеристик мобільного агента було реалізовано його структурну схему, що включає в себе кілька ключових блоків. Ці блоки допомагають забезпечити оптимальну функціональність та ефективність роботи мобільного агента в різних умовах та сценаріях використання. Узагальнюючи, розроблена структурна схема мобільного агента відображає важливі компоненти та функції, необхідні для його оптимальної роботи. Ця схема стане основою для подальших досліджень та вдосконалення системи мобільних агентів з метою забезпечення ще більшої ефективності та здатності адаптуватися до різних умов використання.

Ключові слова: мобільний агент, система управління, моніторинг, утиліти, показник якості обслуговування.

Yaroviy O. V., Zavgorodniy V. V. Development of mobile agents management system

This paper considers several types of control systems, each of which has its own peculiarities in construction, management and functioning. To clarify the concept of a control system in this study, we define it as a set of mobile agents, including central and nodal mobile agents that interact with each other. They transmit signals, commands and information to each other and combine to perform complex tasks.

In this article, a structural diagram of the mobile agent management system was proposed, which reveals the key aspects of the organization and functioning of the system. Having considered the components of this scheme in more detail, it is possible to formulate additional conclusions and ideas. In general, the proposed structural scheme of the mobile agent management system reveals a versatile approach to solving tasks in the field of autonomous systems. Its components interact with each other, forming a holistic mechanism that can be used to optimize various tasks and achieve a high level of efficiency of the mobile agent management system.

On the basis of the conducted research and development of the functional characteristics of the mobile agent, its structural scheme, which includes several key blocks, was implemented.

These blocks help ensure optimal functionality and efficiency of the mobile agent in various conditions and usage scenarios. Summarizing, the developed structural diagram of the mobile agent reflects the important components and functions necessary for its optimal operation. This scheme will be the basis for further research and improvement of the mobile agent system in order to provide even greater efficiency and the ability to adapt to different conditions of use.

Key words: mobile agent, management system, monitoring, utilities, service quality indicator.

Постановка проблеми. Один з найбільш розповсюджених підходів до управління ресурсами систем полягає у використанні стратегії, що базується на забезпеченні відповідної якості обслуговування. Показник якості обслуговування (QoS) виражається через вимірювання таких параметрів, як загальний час виконання завдання, затримка, вартість виконання, рівень втрат пакетів, надійність системи [1], хоча цей перелік не є вичерпним. Механізми планування, спрямовані на досягнення необхідного рівня QoS, охоплюють широкий спектр підходів. У роботі [2] запропоновано планування завдань в хмарному середовищі шляхом розрахунку часу виконання для встановлення пріоритету запуску завдань. В роботі [3] використовуються евристичні методи для забезпечення необхідної якості обслуговування. Адаптивний алгоритм планування QoS (AQoS) для середовища, орієнтованого на надання послуг, представлений у роботі [4]. Автори роботи [5] пропонують попереднє метапланування з метою забезпечення необхідного рівня QoS.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливо відзначити підхід до управління ресурсами критичних інформаційних систем, спрямований на забезпечення безпечного виконання завдань та відповідної обробки конфіденційних даних. Дослідження в цій області вже наявні. Наприклад, у роботі [6] розглядається механізм планування завдань з урахуванням рівня захищеності ресурсів у розподіленому обчислювальному середовищі з інтенсивним обміном даних. Варто відзначити, що недоліком цього підходу є відсутність урахування динамічних змін рівня захищеності ресурсів під час функціонування системи.

Для ефективного управління ресурсами в хмарних обчислювальних середовищах (Cloud) розроблена стратегія планування завдань типу «потік робіт», що базується на концепції довіри [7]. Ця стратегія враховує різні аспекти завдання, такі як час виконання, вартість надання послуг, надійність та рівень захищеності сервісів. Особливо важливо відмітити, що додаток типу «потік робіт» складається з набору атомарних взаємозалежних завдань, де для виконання використовуються дані, які зберігаються в хмарних сховищах, що самі є сервісами у Cloud-середовищі.

Цей підхід відкриває перспективи для ефективного використання ресурсів та забезпечення безпеки під час виконання завдань у хмарних середовищах. Однак варто зауважити, що питання динамічної адаптації рівня захищеності ресурсів залишається відкритим і може вимагати подальших досліджень та розробок для досягнення оптимальних результатів.

Формулювання цілей статті. Мета статті – вивчення характеристик мобільного агента та розробка структурної схеми системи управління мобільними агентами.

Виклад основного матеріалу. Вимоги до системи управління мобільними агентами залежать від багатьох факторів, таких як мета побудови системи, типи задач, що вирішуються, технічні характеристики ресурсів, якість обслуговування каналу зв'язку (QoS), тобто його стійкість, надійність, живучість, швидкість передачі. Визначення вимог до системи управління мобільними агентами та параметрів оцінки її функціонування є важливим етапом її проектування.

Система управління має реалізувати певний набір функціональних можливостей, які наразі вважаються типовими для Grid-систем. Серед них міграція та перепланування задач, контрольні точки, попереднє замовлення часових інтервалів для виконання задач та інші функції.

Розроблювана система управління повинна враховувати такі параметри функціонування, як швидкість передачі та рівень захищеності оброблюваних даних, які, узагалі, можуть бути взаємно протилежними. В результаті, розроблений механізм планування дозволить створити ефективну систему управління мобільними агентами, в якій забезпечується необхідний рівень захисту оброблюваних даних.

Відповідно до функціональних характеристик на рисунку 1 представлена структурна схема системи управління мобільними агентами.

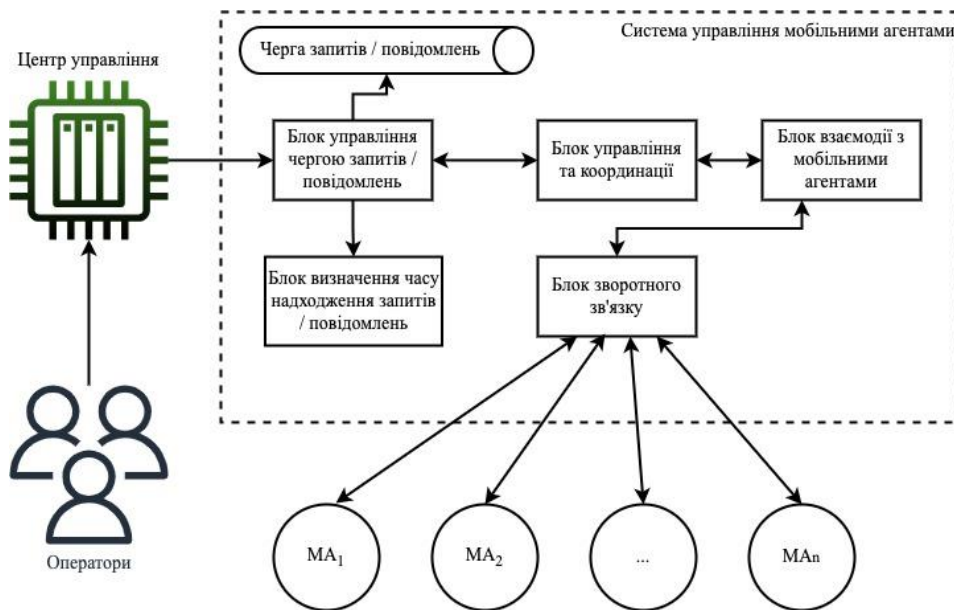


Рис. 1. Структурна схема системи управління мобільними агентами

Блок управління чергою запитів / повідомлень отримує вхідні запити / повідомлення і, відповідно до налаштувань системи управління мобільними агентами, обчислює їх пріоритет і розміщує у черзі. Також його функції включають перепланування запитів / повідомлень. У разі перепланування в чергу додаються також запитів / повідомлень, виконання яких було призупинено. Для таких запитів / повідомлень пріоритет підвищується. Також у блоці управління чергою запитів / повідомлень містяться параметри, які визначають формування черги та розрахунок пріоритету запитів / повідомлень.

Черга запитів / повідомлень призначена для розташування запитів / повідомлень з їх параметрами згідно пріоритету, який обчислюється блоком управління чергою запитів / повідомлень. Важливо відзначити, що черга містить не лише самі запити / повідомлення, а й усю інформацію щодо вимог операторів до системи управління мобільними агентами для його виконання.

Блок зворотного зв'язку відповідає за взаємодію з мобільними агентами та визначення параметрів функціональності системи управління мобільними агентами. За отриманими параметрами визначається кількість мобільних агентів, що необхідні для виконання завдання. Функціональність даного блоку полягає в наступному:

- аналіз та оцінка завдань: важливою частиною блоку зворотного зв'язку може бути аналіз завдань, які потрібно виконати. Включення алгоритмів аналізу та пріоритизації завдань дозволить системі ефективно розподіляти мобільних агентів в залежності від їхньої важливості та складності;

- автоматичне налаштування параметрів: розширення функціональності блоку зворотного зв'язку полягає у впровадженні автоматичного налаштування параметрів системи. Система управління мобільними агентами може аналізувати динаміку виконання завдань та змінювати параметри, такі як кількість агентів або їх розташування, для досягнення оптимальної продуктивності;

- урахування ресурсів: система включає механізми для моніторингу ресурсів та визначення їхнього впливу на функціональність системи управління мобільними агентами;

- динамічне розподілення агентів: взаємодія з мобільними агентами може бути динамічною, що дозволяє перерозподіляти агентів залежно від змінних умов. Алгоритми динамічного розподілу можуть враховувати зміни в завданнях, ресурсах агентів та зовнішніх умовах;

- взаємодія з оператором: дозволить забезпечити більший контроль та гнучкість в управлінні мобільними агентами. Це може бути реалізовано через інтерфейс користувача або комунікаційні канали;

- аналіз ефективності: для постійного поліпшення системи важливо здійснювати аналіз її ефективності. Включення засобів моніторингу та звітності дозволить вчасно виявляти проблеми та вдосконалювати роботу системи.

Така функціональність блоку зворотного зв'язку дозволить створити більш адаптивну, ефективну та гнучку систему управління мобільними агентами, що здатна оптимально виконувати завдання в різних умовах.

Блок взаємодії з мобільними агентами відповідає за визначення конкретних вузлових мобільних агентів системи управління мобільними агентами, які будуть використані для виконання завдання. Кількість вузлових мобільних агентів визначає *блок зворотного зв'язку*. Вузлові мобільні агенти підбираються маскуванням, параметри маски задаються наступним чином: захищеність вказується як рівень довіри до вузлового мобільного агента в діапазоні від 0 до 1, а продуктивності підбираються найбільш високошвидкісні мобільні агенти. В цьому блоці відбувається взаємодія з конкретним мобільним агентом, а потім з іншим, тобто працює в послідовному режимі.

Блок управління та координації вибирає завдання з початку черги та, співпрацюючи з *блоком взаємодії з мобільними агентами*, отримує перелік вузлових мобільних агентів, відібраних для виконання завдання. Потім розміщує завдання на виконання. Якщо при перегляді черги з'являється завдання з вищим пріоритетом, ніж у всіх виконуваних на даний момент завдань, блок управління та координації призупиняє виконання завдань, зберігаючи їх стан та дані, і проводить перепланування, розміщуючи нові завдання на доступні мобільні агенти.

Блок визначення часу надходження запитів / повідомлень призначений для визначення обсягу часу надходження запитів / повідомлень у системі управління мобільними агентами.

Відповідно до функціональних характеристик мобільного агента розроблена його структурна схема (рис. 2).



Рис. 2. Структурна схема мобільного агента

Блок управління є основним елементом мобільного агента, що реалізує його основні функції, а саме збір інформації від утиліт, запис їх до внутрішньої пам'яті, а також взаємодію з системою управління мобільними агентами. Збір інформації здійснюється періодично з внесенням її до внутрішньої пам'яті, дані записуються з маркером часу. Виняток становить продуктивність, яка визначається одноразово одразу після запуску мобільного агента і записується у внутрішню пам'ять. На запит від системи управління мобільними агентами мобільний агент визначає останні записані у внутрішній пам'яті параметри і передає їх у вигляді вектора системі.

Внутрішня пам'ять призначене для зберігання параметрів мобільного агента протягом певного періоду часу, причому для кожного параметра період може суттєво відрізнятися. Це може включати в себе збереження даних про різні аспекти мобільного агента, такі як його стан, налаштування, інформація про завдання або контекст, у якому він працює. Це може бути корисно для зберігання історії дій мобільного агента, щоб він міг навчатися на основі свого минулого досвіду. Наприклад, якщо мобільний агент виконує різні завдання в різних середовищах, його внутрішня пам'ять може допомогти йому зберегти важливі дані про те, які стратегії були успішними в кожному з середовищ.

Блок управління станом вузлових мобільних агентів є ключовою частиною системи, яка використовує мобільних агентів для вирішення певних завдань, включає в себе низку компонентів та функціональностей:

- ініціалізація вузлових мобільних агентів: визначаються параметри та властивості мобільних агентів, їхні характеристики, початковий стан, цілі та завдання;
- маршрутизація та переміщення: визначається оптимальний маршрут для переміщення вузлових мобільних агентів з урахуванням каналів зв'язку;

– стан агента: зберігається і керується стан кожного вузлового мобільного агента. Це може включати інформацію про поточну дію самого агента, стан виконання завдання, отримані дані тощо;

– синхронізація та комунікація: важливою частиною управління станом є можливість вузлових мобільних агентів спілкуватися між собою та з іншими мобільними агентами. Для цього використовуються протоколи комунікації, які дозволяють обмінюватися даними та сповіщеннями;

– переривання та відновлення: в деяких випадках може виникнути потреба в перериванні роботи вузлового мобільного агента або відновленні його стану після збоїв. Блок управління станом повинен мати механізми для цього, щоб забезпечити надійність та стійкість системи;

– моніторинг та аналіз: блок також може включати функціональність для моніторингу та аналізу роботи вузлових мобільних агентів. Це допомагає виявляти проблеми, оптимізувати роботу та приймати рішення щодо оптимального використання вузлових мобільних агентів.

Загалом, блок управління станом вузлових мобільних агентів грає критичну роль у забезпеченні ефективної роботи системи управління мобільними агентами.

Утиліта для визначення координат мобільних агентів – це програмний інструмент, який дозволяє визначати географічні координати рухомих мобільних агентів. Ці утиліти використовують різноманітні технології і сенсори для визначення місцезнаходження, такі як GPS (глобальна система позиціонування), Wi-Fi, Bluetooth, мережі мобільного зв'язку та інші. Основні функції таких утиліт можуть включати:

– визначення координат: утиліта забезпечує можливість точного визначення географічних координат мобільного агента на площині землі;

– мапування та трекінг: здатність відстежувати рухи мобільних агентів протягом часу та відображати їх на карті, що дозволяє стежити за маршрутами, пройденими в минулому;

– геозони та сповіщення: встановлення геозон (територій) з можливістю отримання сповіщень, коли мобільний агент входить або виходить з певної області;

– географічний аналіз: обробка та аналіз зібраних даних для отримання статистики, виявлення трендів та взаємозв'язків;

– віддалене керування: управління мобільними агентами, включаючи зміну їхніх налаштувань, режимів роботи тощо з центру управління;

– інтеграція з іншими системами: можливість інтеграції з іншими програмними системами для обробки та використання даних мобільних агентів;

– безпека та конфіденційність: забезпечення захисту зібраних даних та обмеження доступу до них з метою збереження конфіденційності.

Для розробки таких утиліт можуть використовуватися різні програмні та апаратні компоненти, залежно від специфікацій та потреб. Також важливим є забезпечення точності вимірювань та мінімізація помилок, що можуть виникнути при визначенні координат.

Утиліта визначення швидкості передачі даних в каналі зв'язку з мобільним агентом. Для вимірювання швидкості передачі даних в каналі зв'язку з мобільним агентом можна використовувати різні утиліти та методи. Одним з популярних способів є використання тестерів швидкості Інтернету, які доступні як додатки для смартфонів та програми для комп'ютерів. Але важливо мати на увазі, що результати можуть змінюватися в залежності від різних факторів, таких як місцезнаходження, час доби, завантаженість мережі тощо. Щоб

отримати більш точний результат, рекомендується виконати кілька тестів в різний час.

Утиліта моніторингу станів мобільних агентів допомагає відстежувати активність, продуктивність і різноманітні параметри мобільних агентів.

Розглянута концепція може бути використана в різних областях, таких як машинне навчання, робототехніка, автономні системи та інші, де агент повинен пристосовуватися до змінних умов та використовувати свій досвід для вирішення завдань.

Висновки. З даної роботи можна зробити декілька висновків:

1. Система управління мобільними агентами використовується для керування розподіленими завданнями, які виконуються мобільними агентами. Це може включати в себе розподіл обчислювальних завдань, обмін даними та взаємодію з іншими системами.

2. Розроблена структурна схема системи управління мобільними агентами свідчить про те, що детально проаналізовано та представлено компоненти та їх взаємозв'язки в системі. Це може включати в себе складові, такі як сервери, клієнти, бази даних, мобільні агенти, а також механізми комунікації між ними.

3. Описана структурна схема мобільного агента вказує на те, що вивчена архітектура та складові самого агента, такі як модуль управління, зберігання даних, механізми навігації та взаємодії з іншими агентами чи системами.

У майбутньому на основі отриманої загальної концепції системи управління можливе розширення її функціональних можливостей. Крім того, розроблений підхід може бути відповідним чином модифікований для застосування в інших подібних системах управління мобільними агентами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. P. Chauhan, Nitin. Decentralized Scheduling Algorithm for DAG Based Tasks on P2P Grid. *Journal of Engineering*. 2014. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/202843>

2. Manoj Kumar Mishra, Yashwant Singh Patel, Yajnaseni Rout, G.B. Mund. A Survey on Scheduling Heuristics in Grid Computing Environment. *Modern Education and Computer Science*. 2014. Vol. 10. P. 57–83. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2014.10.08>

3. T. Ma, S. Shi, H. Cao, W. Tian, J. Wang. Review on Grid Resource Discovery: Models and Strategies. *IETE Technical Review*. 2012. Vol. 29. P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.98863>

4. Javad Akbari Torkestani. A new Distributed Job Scheduling Algorithm for Grid Systems. *An International Journal Cybernetics and Systems*. 2012. Vol. 44, Issue 5. P. 77–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/01969722.2012.744556>

5. Mohammed Bakri Bashir, Muhammad Shafie Abd Latiff. Content-based Information Retrieval Techniques Based on Grid Computing: A Review. *IETE Technical Review*. 2013. Vol. 30. P. 223–232. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.113511>

6. R. Aron, I. Chana. Grid Scheduling Heuristic Methods: State of the Art. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. 2014. Vol. 6, P. 466–473.

7. S. Sheikh, M. Shahid, A. Nagaraju. A novel dynamic task scheduling strategy for computational grid. *International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)*. 2017. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1109/INTELCCT.2017.8324028>

REFERENCES:

1. P. Chauhan, Nitin. (2014) Decentralized Scheduling Algorithm for DAG Based Tasks on P2P Grid. *Journal of Engineering*. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/202843>
 2. Manoj Kumar Mishra, Yashwant Singh Patel, Yajnaseni Rout, G.B. Mund. (2014) A Survey on Scheduling Heuristics in Grid Computing Environment. *Modern Education and Computer Science*. Vol. 10. P. 57–83. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2014.10.08>
 3. T. Ma, S. Shi, H. Cao, W. Tian, J. Wang. (2012) Review on Grid Resource Discovery: Models and Strategies. *IETE Technical Review*. Vol. 29. P. 213–222. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.98863>
 4. Javad Akbari Torkestani. (2012) A new Distributed Job Scheduling Algorithm for Grid Systems. *An International Journal Cybernetics and Systems*. Vol. 44, Issue 5. P. 77–93. DOI: <https://doi.org/10.1080/01969722.2012.744556>
 5. Mohammed Bakri Bashir, Muhammad Shafie Abd Latiff. (2013) Content-based Information Retrieval Techniques Based on Grid Computing: A Review. *IETE Technical Review*. Vol. 30. P. 223–232. DOI: <https://doi.org/10.4103/0256-4602.113511>
 6. R. Aron, I. Chana. (2014) Grid Scheduling Heuristic Methods: State of the Art. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*. Vol. 6, P. 466–473.
 7. S. Sheikh, M. Shahid, A. Nagaraju. (2017) A novel dynamic task scheduling strategy for computational grid. *International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)*. P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.1109/INTELCCT.2017.8324028>
-