УДК 004.896

С.О. Дьяков, Л.С. Ямпольський

# система диспетчеризації автоматизованих транспортних модулів на основі нечіткої логіки

Анотація: Автоматизовані транспортні модулі (АТМ) зазвичай застосовуються для переміщення деталей у гнучких виробничих системах (ГВС). Диспетчеризація АТМ полягає у призначенні транспортного модуля для переміщення деталей, що базується на взаємозв’язку між доступністю АТМ і деталей. Методи диспетчеризації впливають на продуктивність ГВС і можуть призвести до оптимізації та скорочення витрат. Через складність виробничого середовища вибір системи диспетчеризації інколи є неоднозначним та неочевидним. Для роботи у таких складних середовищах було розроблено модель диспетчеризації на основі нечіткої логіки.

Ключові слова: автоматизований транспортний модуль, гнучка виробнича система, фазі логіка, диспетчеризація.

## Вступ

У сучасних гнучких виробничих системах (ГВС) для переміщення деталей зазвичай застосовуються системи подачі матеріалів на основі автоматизованих транспортних модулів (АТМ) [\*]. АТМ наділений значними перевагами включаючи гнучкість переміщення, підвищення безпеки і продуктивності, зниження витрат (наприклад пошкодження матеріалів) [\*]. На додаток, сучасний АТМ має перевагу у автоматичному зв’язку з іншими системами [\*].

Продуктивність системи подачі матеріалів напряму впливає на продуктивність всього виробництва. Вдале застосування АТМ у ГВС вимагає вирішення наступних задач:

проектування транспортної мережі ГВС;

визначення необхідної кількості транспортних модулів;

планування руху АТМ;

диспетчеризація руху АТМ.

Проектування транспортної мережі є задачею стратегічного рівня, що значною мірою впливає на розв’язання наступних задач. На рисунку 1 наведено типову структуру ГВС ….

Визначення типу та кількості АТМ є дуже важливою задачею тактичного рівня, що значно впливає на продуктивність системи подачі матеріалів. Також дана задача є важливою з огляду на високу вартість АТМ.

Задача планування руху АТМ теж є задачею тактичного рівня і полягає у вирішенні коли, де і як АТМ має діяти, щоб досягти поставлених цілей. Якщо всі цілі відомі завчасно до періоду планування задача планування може бути вирішена апріорно. Але зазвичай, на практиці, точна інформація про цілі стає відомою дуже пізно, оскільки ГВС притаманні певні види невизначеностей, серед яких:

job arrivals

коливання часу обробки;

коливання часу переміщення;

коливання часу завантаження та розвантаження;

відмова оброблювального обладнання;

відмова АТМ.

Це робить апріорне планування неприйнятним. Натомість, для керування АТМ у реальному часі застосовується диспетчеризація, що є задачею операційного рівня.

Багато параметрів можуть впливати на вибір системи диспетчеризації. Більше того, різні системи можуть бути застосовані при різних налаштуваннях гнучкої виробничої системи (наприклад диспетчеризація на основі довжини шляху залежить від структури ГВС). У цій роботі ми пропонуємо фазі-модель диспетчеризації і наводимо порівняльний аналіз продуктивності різних моделей при роботі з різними налаштуваннями виробничого середовища.

## Диспетчеризація АТМ

Диспетчеризація АТМ в реальному часі відбувається за допомогою правил диспетчеризації. Такі правила диспетчеризації відображаються відносини між АТМ, як ресурсом, і набором деталей, що необхідно перемістити. В залежності від того, у який спосіб генерується запит на транспортування, правила диспетчеризації АТМ поділяються на дві категорії: правила ініційовані оброблюваними модулями і правила ініційовані транспортними модулями.

Правила ініційовані оброблюваними модулями генеруються з боку ГВМ для вибору між АТМ, що простоюють, наприклад найближчий АТМ, АТМ з найбільшим часом простою, найменше застосовуваний АТМ.

Правила ініційовані транспортними модулями генеруються з боку ГВМ для вибору, яку задачу виконати, наприклад найменший час або довжина шляху, найбільший розмір черги на обробку, найменший вільного розмір місця у черзі, модифіковане правило перший прийшов перший обслугував. Згідно з останнім правилом, коли ГВМ посилає запит на обслуговування АТМ, а воно не може бути здійснено негайно, зберігається час посилання запиту. Коли АТМ стає доступним, він направляється до ГВМ, що має найдавніше збережений час посилання запиту.

Table 1: Summary of AGV dispatching rules.

Vehicle initiated Workstation initiated

First-Come-First-Served (FCFS) Farthest Vehicle (FV)

First-Encountered-First-Served (FEFS) First Available Vehicle (FAFS)

Largest Queue Size (LQS) Least Cumulative Idle Time (LIT)

Longest Inter-Arrival Time (LIT) Least Utilized Vehicle (LUV)

Longest Travel Time (LTT) Longest Idle Vehicle (LIV)

LongestWaiting Time (LWT) Most Cumulative Idle Vehicle (MIT)

Maximum demand (MD) Nearest (Idle) Vehicle (NV or NIV)

Maximum Outgoing Queue Size (MOQS) Random Vehicle (RV)

Minimum Remaining Outgoing Queue (MROQS)

MinimumWork-in-Queue (MWQ)

Modified First-Come-First-Served (MFCFS)

RandomWorkstation (RW)

Shortest time to Travel First (STTF)

Unit Load Shop Arrival Time (ULSAT)

Vehicle Looks ForWork (VLFW)

Останнім часом багато правил та алгоритмів диспетчеризації було розроблено на основі різних параметрів виробничого середовища [\*]. Моделювання правил диспетчеризації АТМ показує що у високонавантаженому виробництві переважають правила ініційовані транспортними модулями через малу ймовірність простою. Правила ініційовані оброблювальними модулями недостатньо ефективні в таких умовах [\*].

Фазі правила були застосовані для диспетчеризації деякими дослідниками [\*]. Серед параметрів, що застосовувались, були час обробки, час простою, рентабельність [\*]. Кастодіо [\*] розробив багатошарову систему фазі-рішення для виробничого планування і диспетчеризації. Тан [\*] розробив методологію нечіткої диспетчеризації АТМ у ГВС. Вони використовували генетичний алгоритм для вибору оптимальної ваги нечітких правил.

Небагато робіт стосується фазі-диспетчеризації і вони зовсім не стосуються аспектів транспортування, особливо у контексті АТМ. Науман і Гу [\*] запропонували систему диспетчеризації в реальному часі деталей між виробничими модулями. Вони використовували такі нечіткі змінні як загальне маркування, час.