***Порівняння методів планування.***

Було проаналізовано кілька методів динамічного планування, серед яких: правила диспетчеризації, моделювання, евристики, мета-евристики, системи засновані на знаннях, нечітка логіка, нейронні мережі, гібридні методи і мультиагентні системи. У ході аналізу різних методів, було вивчено деякі публікації у яких наводиться їх порівняння. Ці порівняння дали розуміння того, які методи є найбільш придатними для динамічного планування. Переваги та недоліки цих методів були представлені у роботах [, , , ].

Правила диспетчеризація прості і швидко можуть знаходити прийнятні рішення. Проте їх основний недолік полягає в тому, що якість рішень, як правило, невисока через їх обмежену природу.

Евристики, через свою простоту, широко використовуються для реагування на наявність подій у реальному часі, але вони можуть зупинятися в локальному мінімумі.

Щоб подолати цей недолік, були запропоновані мета-евристики, такі як табу пошук та генетичні алгоритми. Було вивчено кілька порівняльних досліджень, щоб порівняти продуктивність табу пошуку та генетичних алгоритмів. На відміну від табу пошуку що маніпулює одним допустимим рішенням, генетичні алгоритми працюють одразу з сукупністю допустимих рішень. Проте генетичні алгоритми було визнано неадекватними, через їх неефективність у знаходженні близьких до оптимальних рішень в розумні терміни у порівнянні з табу пошуком [, , , ].

Системи, засновані на знаннях мають потенціал у автоматизації мислення людей-експертів і евристичних знань для роботи виробничих систем планування. Вони моделюють виробничу систему за допомогою певного набору обмежень. Тим не менш, вони, як правило, не мають можливості для оптимізації системи і вимагають значних зусиль для створення і підтримки. Вони спрямовані на створення допустимих розкладів відповідно до доменних знань. З точки зору ефективності здатності до прийняття рішень, системи, засновані на знаннях обмежені якістю і цілісністю конкретних доменних знань.

Потенціал нечіткої логіки до цих пір не повністю вивчено. Нейронні мережі не можуть гарантувати забезпечення оптимальних рішень, але їх здатність до навчання робить їх ідеальними для систем, що швидко змінюються. Інтеграція нейронних мереж, моделювання та експертних систем також є багатообіцяючою.

Більшість систем планування, розроблені у виробничих умовах централізовані та ієрархічної. Централізовані системи планування забезпечують послідовне глобальне відображення стану підприємства і в глобальному масштабі кращі графіки. Однак практичний досвід показує, що ці системи, як правило, мають проблеми з реактивним реагуванням на перешкоди. У даний час предметом багатьох досліджень є використання мультиагентних систем у динамічному плануванні. Основною мотивацією при розробці цих систем є децентралізація контролю виробничих систем, що призводить до зменшення складності, підвищення гнучкості та підвищення відмовостійкості. Замість традиційного уявлення про центральну систему планування, яка встановлює план виробництва для всіх машин і задач, мультиагентні системи припускають наявність декількох агентів зі значною автономією у прийнятті рішень, розподілених всередині виробничої системи. Агенти взаємодіють і співпрацюють один з одним з метою досягнення ефективних глобальних цілей. Локальна автономність дозволяє агентам приймати на себе відповідальність за проведення локального планування для одного або декількох функціональних або фізичних компонентів у процесі виробництва (наприклад, машин і завдань). Агенти мають можливість спостерігати за їх середовищем і спілкуватися та співпрацювати з іншими агентами з метою забезпечення того, щоб локальні розклади об’єднувалися у глобально допустимі графіки. Локальна автономність дозволяє агентам локально реагувати на локальні відхилення, збільшуючи міцність і гнучкість системи. Мультиагентні системи здатні успішно втілити такі можливості динамічного планування як децентралізація, інтеграції, надійність і гнучкість.

Кілька порівняльних досліджень наводять особливості мультиагентних систем, які роблять їх пріорітетними кандидатами для реалізації динамічного планування, на відміну від централізованих та ієрархічних систем планування. Результати досліджень [, ] показали, що мультиагентні системи добре підходять для застосувань на об’єктах, що є модульними, децентралізованими, часто змінюваними, погано структурованими, і складними. У роботах [, , ] автори представили у своїх порівняльних дослідженнях різні переваги мультиагентних систем, таких як гетерогенність, висока модульність, висока гнучкість, висока захищеність від збоїв, зниження складності, а також зниження витрат на розробку програмного забезпечення. Найбільш важливим моментом, який підтримує мультиагентні системи є реактивність: агенти можуть локально реагувати на локальні зміни швидше, ніж могли б централізованої системи. Мультиагентні системи забезпечують основу для створення архітектури, яка може покращити виробництво за рахунок підвищення надійності системи, ремонтопридатність, гнучкості, надійності та стабільності, а також надання можливості для планування в реальному часі і диспетчеризації. У [] наведені переваги використання мультиагентних систем у виробничому календарному плануванні, які забезпечують можливості інтеграції, надійності і реактивності, гнучкості, неоднорідності і автономності.

Узагальнення по агентним архітектурам.

Було досліджено дві основні мультиагентні архітектури для динамічного планування: автономну і медіаторну архітектури. Автономні архітектури є досить поширеною формою контролю, де мережа незалежних агентів співпрацює безпосередньо для досягнення спільної мети. У медіаторній архітектурі, агенти співпрацюють через агента медіатора. Порівняльні дослідження [, , , , ] відзначають, що автономні архітектури мають перспективи зниження складності, цілісності, економічної ефективності, високої гнучкості і високої стійкості до перешкод. Вони добре підходить для застосувань з невеликою кількістю агентів. Тим не менш, у них є проблеми у забезпеченні глобально оптимальної продуктивності і поведінка системи може бути непередбачуваною в складних середовищах з великим числом агентів. На відміну від цього, медіаторні архітектури демонструють вищу продуктивність у порівнянні з автономними архітектурами у розробці розподілених виробничих систем, які є складними і складаються з великого числа агентів, таких як віртуальні підприємства. Вони поєднують в собі захищеність від перешкод з оптимізацією глобальної продуктивності і передбачуваністю.