Индексы

семейство продуктов

* пакетное задание

резервуар

 блок пакетной обработки

* временной интервал (непрерывное время)

|  |  |
| --- | --- |
|  | этап |
| время или точка события (непрерывное время) |
| тип ресурсов |
| этап |
| временные интервалы (дискретное время) |
| Элемент ресурса |
|  |
| Множества |
| пакетные задачи |
| задачи, которые могут быть обработаны в блоке j |
| задачи, требующие ресурса r |
| задачи, относящиеся к семейству f, которые могут быть обработаны  в блоке j |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ресурсные задачи |
| задачи, создающие по крайней мере одно нулевое состояние ожидания |
| Ресурсные задачи для состояния s |
| задачи, которые производят ресурс r, который требует  политика нулевого ожидания |
| задачи, которые потребляют состояние s |
| задачи, порождающие состояния обрабатывающих блоков |
| пакетные задачи |
| задачи, которые могут быть обработаны в блоке j |
| задачи, требующие ресурса r |
| задачи, которые потребляют состояние s |
| задачи, порождающие состояния  обрабатывающих блоков |
| единицы обработки, которые могут выполнять задачу i |
| единицы обработки, которые могут выполнять как задачу i, так и  задачу I’ |
| запоминающее устройство |
| единицы хранения, которые могут хранить состояния |
| временные интервалы для блока обработки j |
| стадии партии i' |
| время или точки событий (непрерывное время) |
| ресурсы |
| ресурсы, необходимые на этапе l задачи i |
| ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию |
| ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию,  это может быть выделено для задачи i |
| ресурсы, соответствующие складскому оборудованию |
| время или точки событий (непрерывное время) |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

складские резервуары (ресурсы)

задачи, создающие по крайней мере одно нулевое состояние ожидания

резервуары для хранения для текущего состояния

задачи, которые производят ресурс r, который требует

политика нулевого ожидания

задачи, которые потребляют состояние s

задачи, порождающие состояния

обрабатывающих блоков

единицы обработки, которые могут выполнять задачу i

единицы обработки, которые могут выполнять как задачу i, так и

задачу я

запоминающее устройство

единицы хранения, которые могут хранить состояния

временные интервалы для блока обработки j

стадии партии я

|  |
| --- |
| время или точки событий (непрерывное время) |
| ресурсы |
| ресурсы, необходимые на этапе л я |
| ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию |
| ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию |
| это может быть выделено для задачи i |
| ресурсы, соответствующие складскому оборудованию |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

это может быть выделено для состояний задачи i

состояния, которые могут храниться в общем хранилище J

состояния, которые могут храниться в резервуарах

состояния, требующие политики нулевого ожидания

временные интервалы (дискретное время)

элементы ресурсов

элементы ресурсов типа rскладские резервуары

задачи, создающие по крайней мере одно нулевое состояние ожидания

резервуары для хранения для стадии

задачи, которые производят ресурс r, который требует

политика нулевого ожидания

задачи, которые потребляют состояние s

задачи, порождающие состояния

обрабатывающих блоков

единицы обработки, которые могут выполнять задачу i

единицы обработки, которые могут выполнять как задачу i, так и

задачу я

запоминающее устройство

единицы хранения, которые могут хранить состояния

временные интервалы для блока обработки j

стадии партии я

время или точки событий (непрерывное время)

ресурсы

ресурсы, необходимые на этапе л я

ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию

ресурсы, соответствующие технологическому оборудованию

это может быть выделено для задачи i

ресурсы, соответствующие складскому оборудованию

это может быть выделено для состояний задачи i

состояния, которые могут храниться в общем хранилище J

состояния, которые могут храниться в резервуарах

состояния, требующие политики нулевого ожидания

временные интервалы (дискретное время)

элементы ресурсов

элементы ресурсов типа r

**Параметры**

фиксированное время обработки задачи i

переменное время обработки задачи i

коэффициент для фиксированного производства / потребления

ресурса r в момент времени t относительно начала

задачу я

коэффициент для фиксированного потребления ресурса

в начале задания i

коэффициент для основных производственных ресурсов Р

конец задания i

коэффициент ν для переменных производственных/

потребление ресурса r в момент времени t относительно

начало выполнения задачи i

коэффициент для переменного потребления

ресурсы в начале задачи i

коэффициент для переменной добычи ресурса

в конце задания i

объем ресурса r, необходимый при выполнении задачи (i, l)

выделено подразделению j

доля состояния s, потребляемого задачей i

доля состояний, произведенных задачей i

сумма состояния s, полученная в момент времени t

изменение с течением времени, необходимого между задачами, принадлежащими

семья f и задача, принадлежащая семье

требуемое время переключения между задачами i и a

задачу я

требуемое время переключения между этапом l задачи

i и этап l задачи i

требуемое время переключения между задачами i и a

задача i в блоке j

максимальная емкость накопительного бака j

минимальная емкость хранилища для состояния s

максимальная емкость хранилища для состояния s

количество состояний s, доставленных в момент времени t

временной горизонт интереса

время обработки задачи i в блоке j

объем ресурса r, доступного в элементе ресурса

z типа r

минимальная доступность ресурса r

R максимальная доступность ресурса r

Rмакс.

rt максимальная доступность ресурса r в начале

временного интервала t

Vmin

I минимальный размер пакета задачи i

VMAX в

i максимальный размер пакета задачи i

Vmin

IJ минимальная емкость блока j для задачи i

VMAX в

ij максимальная емкость блока j для задачи i

Vmin

ir минимальная емкость ресурса r для задачи i

VMAX в

ir максимальная емкость ресурса r для задачи i

Время настройки Suij для обработки задачи i в блоке j

Tpij время обработки партии i в единице j

Tpilj время обработки пакетной задачи (i, l) в единице j

Бинарные переменные

определите, хранятся ли состояния в резервуаре j в момент времени

точка n

С определить, задач у меня начинается в начале интервала времени

т

Win определяет, выполняется ли задача i в точке события

н

Уинн

определить, если задание I начинается в момент времени N и заканчивается в

момент времени Н

Wijt определяет, начинается ли задача i в блоке j в начале

временной интервал t

Wijkl определяет, выделен ли этап l задачи i для

временной интервал k блока j

Wij определяет, выделена ли задача i единице j

Wsin определить, если задание I начинается во время или момент события Н

Wfin определить, если задача у меня заканчивается в момент времени или событие точке N

WFij определяет, если задача i запускает последовательность обработки

блок j

Двенадцатый

j определите, обрабатывается ли задача i непосредственно перед задачей i в

блок j (непосредственный приоритет)

Двенадцатый

определите, обрабатывается ли задача i непосредственно перед задачей i в

некоторые подразделения (непосредственного предшествования)

Икс

иль, я

л

определить, если этап л я обработки перед/

после этапа л задачу я в какой-то агрегат (в целом

старшинство)

Yilz определяет, выделен ли элемент ресурса z для этапа l

задачу я

Непрерывные переменные

размер пакета задачи, которую я начал в начале

временной интервал t в единице j

Битовый размер пакета задачи, которую я начал в начале

временной интервал t

Размер пакета Bin задачи, которую я активировал во время или событие

точка n

Бинн

размер пакета задачи, которую я начал в момент времени n и закончил

в момент времени n

Bsin размер пакета задачи, которую я начал во время или событие

точка n

Bfin размер пакета задачи, которую я закончил в или до времени

или указать событие N

Bpin размер пакета задачи i, которая обрабатывается в

момент времени Н

PTin время обработки задачи i, которая начинается в момент времени

точка n

РСР количество ресурса R, который используется в

момент времени Н

Rirn объем ресурса r, который потребляется

задача i в момент времени n

Rrt количество состояния r, которое потребляется в момент

начало временного интервала t

Ssn количество состояний s в момент времени n

Ssjn количество состояний s, хранящихся в общем резервуаре j в момент времени

точка n

SST количество состояний s в начале времени

интервал t

Tn время, соответствующее временной точке n

Tsin время начала задачи i, которая начинается в момент времени n

Tsrn время начала использования ресурса r при событии

точка n

Tsjk время начала слота k в блоке j

Tsi время начала выполнения задачи i

Цил время начала этапа л я

Tfi время завершения задачи i

Tfin время завершения задачи i, которая начинается в момент времени n

Tfjk время окончания слота k в блоке j

Tfil время окончания этапа l задачи

Моделирование аспектов альтернативных подходов

Представив общую дорожную карту для классификации проблем

а модели для пакетного планирования мы представляем в этом разделе

конкретные уравнения модели и переменные, которые участвуют

в наиболее актуальных работах разработаны для различных типов

представления событий приведены в Таблице 1. Некоторые формулировки были

немного изменен от их оригинальной версии, чтобы использовать аналогичные

номенклатура и структура модели

3.1. Глобальные временные интервалы (дискретное время)

Представление событий на основе определения глобального

интервалы времени использует предопределенный временной сетке, что является допустимым для

все общие ресурсы, участвующие в задаче планирования, такие как

блоки обработки J (см. фиг. 5а). Соответствующие особенности моделирования

дискретные модели, основанные на представлении процессов STN и RTN

описаны ниже.

3.1.1. Дискретная формулировка на основе STN

Наиболее релевантный вклад для дискретных моделей времени

является ли представление сети государственных задач, предложенное Кондили,

Пантелидес и Сарджент (1993) и Шах, Пантелидес и Сарджент

(1993) (см. Также Rodrigues, Latre,&Rodrigues, 2000). СТН

модель охватывает все функции, которые включены в колонку on

дискретное время в Таблице 1. Общие ограничения и переменные

включенные в эти модели представлены ниже.

3.1.1.1. Ограничения распределения.

Ограничение (1), которое является

выражается в терминах двоичных переменных Wijt для обозначения

запуск задачи i в оборудовании j в момент времени t, утверждает, что не более одного

задача i может быть обработана в единице j в течение интервала времени t.

что, это ограничение использует полную обратную агрегацию

это учитывает последствия для предыдущих ассигнований.

Инжир. 6 иллюстрирует применение этих ограничений при t = 4, для

случай двух заданий длительностью 2 и 3 единицы времени. Точка

представьте, что не более одного из них можно запустить на тех

фиксированные точки времени. В сравнении с оригиналом STN MILP

формулировка byKondili et al. (1993), ограничение (1) требует многого

меньше уравнений и уменьшает зазор интегральности путем исключать

любой тип ограничения big-M, который значительно увеличивает

вычислительная производительность процедуры решения. Таким образом,

более длительный горизонт планирования может быть решен. Следует отметить, что

что это ограничение требует фиксированной и известной обработки

время заранее определено для всех запланированных задач. Кроме того,

неявно предполагается, что все задачи должны освободить выделенный

обрабатывающее оборудование когда они заканчивают, т. е. блоки обработки

не допускается использование в качестве временных запоминающих устройств

3.1.1.2. Ограничения пропускной способности. Ограничения (2) и (3) счета

для переменного размера партии Bijt для каждой задачи i на единицу j и ограничено

емкости хранения Sst для каждого состояния s. количество материала

то, что начинает обрабатываться задачей i в блоке j в момент времени t, ограничено

минимальные и максимальные мощности этого устройства. Кроме того,

ограничение (2) заставляет переменную размера пакета Bijt равняться нулю, если

Wijt =0

Vmin

ij Wijt ≤ Bijt ≤ Vmax

ij Wijt ∀i, j ∈ Ji, t (2)

Ограничение (3) означает, что величина состояния s в момент времени t должна

всегда удовлетворяйте минимальные и максимальные требования к запасам.

Следует отметить, что предполагается, что выделенные единицы хранения

быть доступным для каждого состояния s

Смс≤ ТС ≤ Смахс ∀s, t (3)

3.1.1.3. Материальный баланс. Ограничение (4) вычисляет

количество состояний s, сохраненных в момент времени t с учетом количества

состояния s (i), хранящегося в момент времени t-1, (ii) произведенного в момент времени t, (iii) потребленного

в момент времени t, (iv) полученный в качестве сырья в момент времени t и, (v)

поставлено в момент времени t. параметры ρ

п

есть и ПК

это определить пропорцию

из состояния s производимых/потребляемых задач я

3.1.1.4. Остатки ресурсов. Ограниченная доступность ресурсов R

другие единицы обработки могут быть явно смоделированы ограничением

(5) и (6). Ограничение (5) вычисляет общее требование

ресурса R в каждый момент времени t. Воспользовавшись

предопределенная временная сетка, а также фиксированное время обработки, это

ограничение способно справиться с переменными требованиями к ресурсам

вдоль выполнения задачи. Всякий раз, когда двоичная переменная Wij(t-t

)

принимает значение один, это означает, что задача i выполняется в

блок j в момент времени t и был запущен через t временных интервалов раньше, чем

t. кроме того, значение непрерывной переменной Bij(t−t

) определять

соответствующий размер пакета задачи. Коэффициенты µirt

и

ВРТ

используются для указания фиксированного и переменного требования

ресурс r задачи i

Кроме того, максимальная доступность ресурса r не может быть

превышен в любое время в течение временного горизонта, как выражено

ограничение (6)

0 = Rrt = Max

3.1.1.5. Зависящие от последовательности переналадки.

Требования к перестроению

можно смоделировать, обеспечив достаточное время

оставленный для блока, который нужно очистить между пользами. Таким образом, ограничение

(7) гарантирует, что если блок j начинает обрабатывать любую задачу семейства

f в момент времени t, т. е. Wij t = 1, ни одна задача i семейства f не может начаться хотя бы

ФКН

Ф + Пти

j единицы времени до времени t

Однако следует отметить, что ограничение реализации (7) является

довольно неудобно, потому что это требует более тонкой дискретизации времени

приспособить более малые времена перестроения. Более того,

число ограничений (7) быстро становится чрезвычайно большим

при возникновении проблем, связанных со значительным количеством переналадок

решаются.

Интересно отметить, насколько велика возможность решения Милпс,

такие, как дискретное время STN, эволюционировали с течением времени. Для

рассмотрим, например, классическую задачу, показанную на рис. 1А (Кондили

и др., 1993) с STN MILP над горизонтом в десять раз

единицы. В 1987 году Кондили решил эту проблему, используя более слабую форму

ограничений в (1) в 908 С и 1466 узлах на VAX-8600

используя свою собственную ветвь на основе LP и связанный код с MINOS.

В 1992 году шах решил эту задачу за 119 С и 149 узлов на

солнце-SPARC, используя сильную форму неравенства в (1)

а также с его собственной ветвью и связанным методом. В 2003 году один

один из авторов (Гроссман) решил ту же модель в своем ноутбуке

IBM-T40 с использованием CPLEX 7.5, который требовал всего 0,45 С и

22 узла! Таким образом понятно что сочетание лучших моделей,

более быстрые компьютеры и более быстрые решатели MILP значительно увеличиваются

возможность решения оптимизационных моделей для планирования.

3.1.2. РТН на основе дискретной постановке

Более простая и общая формулировка дискретного планирования времени

также может быть получен с помощью концепции сети ресурсных задач

предложенный Pantelides (1994). Главное преимущество

Формулировка RTN над аналогом STN возникает в задачах

с использованием идентичного оборудования. Здесь RTNformulation вводит

одна двоичная переменная вместо нескольких переменных

используется моделью STN. Модель на основе RTN также охватывает все

характеристики в столбце по дискретному времени приведены в Таблице 1. В порядке

чтобы иметь дело с различными типами ресурсов в едином виде, это

подход требует только трех различных классов ограничений в

термины трех типов переменных, определяющих задачу allocationWit,

бит размера пакета и Rrt доступности ресурсов. В нескольких словах,

эта модель сводит проблему пакетного планирования к простой

задача баланса ресурсов выполняется в каждый заданный момент времени

период. Стоит отметить, что ликвидация блока

суб-индекс с переменной распределения остроумие опирается на предположение

что каждая задача может быть выполнена в одном процессоре.

Дублирование задач всегда требуется для работы с альтернативным оборудованием

и блок-зависимые времена обработки.

3.1.2.1. Остатки ресурсов. Ограничение (8) выражается в терминах

из переменных Rrt, тот факт, что доступность ресурса r

изменения от одного временного интервала к следующему из-за взаимодействий

этого ресурса как с активными задачами i так и с

окружающая среда. Новая двоичная переменная Wi (t−t

) принимает значение

1 Если задача i запускается на T единиц времени раньше времени t. таким образом,

модель может легко справиться с переменной потребностью в ресурсах

во время выполнения задачи. Параметр

rt определяет

количество предоставленного ресурса r (положительное число) или удаленного

(отрицательное число) из внешних источников в момент времени t. как выражено

по ограничению (8), объем ресурса r потребляется или высвобождается

задачи I определяется как совокупность постоянной и переменной

срок действия зависит от активации задачи и размера пакета,

соответственно. Параметры µirt

и Вирт

укажите фиксированную и переменную

доля производства (положительная величина) или потребления

(отрицательное значение) ресурса r для задачи i на интервале t относительно

запуск обработки задания. Например, если r соответствует a

блок обработки, в котором задача i требует pti единиц времени, µir0 равен

равен -1, а µir (pti) равен 1, Что означает, что задача

потребители блок обработки в момент его запуска и выпускает

блок в конце своей обработки. Все остальные параметры для этой задачи

и ресурс будет равен нулю. Кроме того, максимальная доступность

ресурс r должен быть ограничен ограничением (6). В случае, если

одинарные ресурсы такие как процессоры максимальная емкость

всегда равно 1

3.1.2.2. Эксплуатационные ограничения. Различные типы ограничений

может накладываться на работу задачи. Например, типичный

ограничение-это минимальный и максимальный размер пакета по отношению

к мощности технологического оборудования r ∈RJi

, способный

просто напишите как

Vmin

ИК остроумие ≤ бит ≤ Vmax

ir Wit ∀i, r ∈RJ

i, t (9)

3.1.2.3. Зависящие от последовательности переналадки. Хотя ресурс-

формулировки задач сети способны иметь дело с sequencedependent

переналадки, они должны явно определить дополнительные

задачи, связанные с каждым типом требований к очистке, а также

как различные состояния чистоты для каждого блока обработки.

Так как задачи переналадки должны выполняться в определенном

блок, определение много идентичного обрабатывающего оборудования

поскольку один и тот же ресурс больше не может использоваться. Доступные

ресурсы обработки должны определяться индивидуально. Таким образом,

различные состояния оборудования позволяют модели гарантировать, что

соответствующая задача очистки была выполнена перед запуском

конкретная задача обработки. Определение задач очистки

значительно увеличивает размер модели и вычислительные возможности

требования, делающие проблему неразрешимой даже при скромном

необходимо учитывать количество переналадок.

Тогда можно сделать вывод, что при дискретном времени СТН

а модели RTN достаточно универсальны и эффективны в мониторинге

уровень ограниченных ресурсов в установленные сроки, их основные

слабость заключается в обработке длинных временных горизонтов и относительно

небольшие времена обработки и перестроения. Что касается цели

функция, эти модели может легко отрегулировать максимизацию профита

(минимизация затрат) для фиксированного временного горизонта. Иные цели

такие как минимизация период изготовления несколько сложнее в реализации

поскольку временной горизонт и, как следствие, количество

требуемые временные интервалы, являются

3.2. Глобальные временные точки (непрерывное время)

3.2.1. Непрерывная рецептура на основе STN

Большое разнообразие образований непрерывн-времени основало оба

о STN-представлении и определении глобального времени

точки были разработаны в последние годы (см. рис. 5б).

Некоторые работы, попадающие в эту категорию, представлены

подходы, предложенные Джаннелосом и Георгиадисом (2002),

Ли, парк, и Ли (2001), Maravelias и Гроссманн (2003),

Мокус и Реклайтис (1999а, б), Шиллинг и Пантелидес

(1996), Чжан и Сарджент (1996).

В этом разделе мы опишем формулировку Маравелиаса и

Гроссман (2003), который способен справиться с большинством аспектов

найдено в стандартных пакетных процессах (см. первый столбец для непрерывного

модели в Таблице 1). Этот подход основан на определении

общей временной сетки, которая является переменной и действительной для всех совместно используемых

ресурсы. Это определение включает временные точки n, происходящие в

неизвестное время Tn, n=1, 2, . . ., |N|, где N-множество времени

точки. Гарантировать осуществимость материальных балансов на

в любое время в течение интересующего временного горизонта модель накладывает

что все задачи, начинающиеся в момент времени n, должны выполняться одновременно

время ТН. Однако для того, чтобы иметь большую гибкость в плане

сроки принятия решений, время окончания заданий не обязательно

должны совпадать с возникновением временной точки n, за исключением

для тех задач, которые нужно передать материал с нулевым ожиданием

политика (ZW). Для других политик хранения предполагается, что

оборудование можно использовать для того чтобы хранить материал до возникновения

в следующий раз точка. Учитывая, что модель предполагает, что каждая задача

можно выполнить в как раз одном блоке обработки данных, дублировании задачи

требуется обращаться с альтернативным оборудованием и агрегатно-зависимым

время на обработку. Вводятся общие ограничения для этой модели

под.

3.2.1.1. Ограничения назначения. Ограничения (10) и (11)

определите, что не более одной задачи я могу начать (Wsin = 1) или закончить

(Wfin = 1) в соответствующей единице j в любое время n, тогда как ограничение

(12) обеспечивает выполнение условия, что все задачи, которые запускаются должны

заканчивать. Кроме того, ограничение (13) вынуждает выполнять не более одной задачи

может быть выполнено в единице j в любое время n. это ограничение делает

использование полной обратной агрегации, учитывающей

количество задач, которые были запущены и завершены до или после

момент времени Н

3.2.1.2. Ограничения размера пакета. Минимальная и максимальная партия

размеры накладываются в начале, а также в конце каждого

задача через ограничения (14) и (15). Кроме того, пакет

размер каждой задачи также определяется для каждого события, в котором задача

активен, как выражено ограничением (16). Чтобы гарантировать, что

размер пакета не изменяется во время обработки задачи, ограничение

(17) Также требуется

3.2.1.3. Материальный баланс. Для каждого состояния s и момента времени n,

рассмотрены массовый баланс и максимальная емкость запоминающего устройства

ограничениями (18) и (19). Таким образом, количество

состояния, сохраненные в момент времени n, будут зависеть от количества состояний, которые

I) хранится в момент времени n-1; ii) потребляется в момент времени n и; iii)

произведенный в момент времени N. Сумма государственной потребляемых/производимых на

начало / конец задачи i в момент времени n зависит от размера пакета

и коэффициенты баланса масс ρ

п

есть и ПК

является. Это стоит отметить

это ограничение (19) предполагает, что выделенная емкость хранилища

доступно для каждого штата. Проблема общих резервуаров хранения заключается в следующем

рассмотрены ниже

Ssn = Ss(n-1) –

3.2.1.4. Ограничения полезности. Путем использование этого образования, оно также

возможно легко принять во внимание ограниченные ресурсы, кроме

обрабатывающих блоков. Для этого ограничение (20) выполняет ресурс

баланс в каждый момент времени N, учитывая количество ресурсов

R доступно в момент времени n-1, а также объем ресурса r

потребляется / производится этими задачами, начиная/заканчивая в момент времени

n. кроме того, модель способна удовлетворять потребности в ресурсах

это зависит не только от активации задачи, но и от пакета

размер. Максимальная доступность ресурса r обеспечивается

ограничение (21)

3.2.1.5. Ограничения по времени и последовательности. Первый раз

точка соответствует началу T1 = 0 и последнему концу Tn =H

временного горизонта в то время как восходящий порядок времен

очки вводятся ограничением (22). Кроме того, время окончания

задача, которую я начал в момент времени n, вычисляется с помощью ограничений

(23) и (24) рассматривая задачу активации Wsin = 1, то

размер партии и время начала выполнения задачи Tn. Таким образом, конечное время вычисляется с помощью ограничений big-M, которые являются

активен только в том случае, если задача i начинается в момент времени n. начиная с общего времени

сетка используется для всех совместно используемых процессоров, непрерывная переменная

Tn определяет время, в которое все задачи i начинаются в момент времени

n начнется. После того, как окончание задачи i определено в момент времени n, где

задача запускается, ограничение (25) определяет, что время окончания

задача i остается неизменной с момента ее запуска до следующего

возникновение задачи (Wsin = 1). Чтобы гарантировать это ограничение

((25) работает должным образом, мы должны обеспечить выполнение условия, что Fin является

всегда больше или равно Tfi (n−1). Таким образом, можно

знать время окончания задачи я могу не только в момент времени, когда

задача запускается, но также и в любой момент времени N, где находится задача

активированный. Эта информация используется в ограничении (26) для выражения

что время окончания задачи i, заканчивающейся в момент времени n, должно быть

меньше или равно времени, в которое происходит момент времени n,

т. е. ТН. С другой стороны, если задача i производит материал, для которого

применяется политика хранения нулевого ожидания (ZW), время окончания должно быть

совпадают с точкой Времени n, которая вынуждена ограничением

(27)

Fin-Fi (n−1) = HWs in

3.2.1.6. Время переключения зависит от последовательности. Предполагая, что

переналадки короче, чем время обработки, что является

общая, но не общая ситуация, ограничение (28) может быть добавлено

для учета зависящих от последовательности переключений между задачами i

и задача i . Поскольку эта модель предполагает, что задачи могут начинаться только с

временные точки, новая непрерывная переменная Tsl

n должно быть применено

быть равным Tn. Хотя это ограничение не требует дополнительных усилий

переменные для обработки времени переключения, использование общего

сетка для всех общих ресурсов требует большего количества времени

точки должны быть определены, чтобы рассмотреть точную последовательность-зависимый

время перехода. В противном случае, большая часть замены требуется

возможно, его переоценивают. Следует отметить, что в связи с определением

из дополнительных временных точек модель может стать неразрешимой

даже для небольших или средних проблем размера. Кроме того, число

ограничений (28) будет быстро расти при большом числе

задачи могут быть выполнены в одном блоке j

3.2.1.7. Общие резервуары для хранения. Для того, чтобы учесть тот факт, что

резервуар для хранения может быть разделен между многими государствами, ограничениями

(29) - (31) должны быть добавлены к модели вместе с новой

двоичная переменная Vjsn то есть 1 Если состояния хранятся в баке j во время

период n. таким образом, ограничение распределения (29) допускает, что

не более одного состояния s может храниться в резервуаре j в момент времени n, в то время как

неравенство (30) заставляет количество состояний s не превышать максимальная вместимость резервуара j. наконец, общее количество

состояния, доступные в момент времени n, вычисляются с помощью ограничения (31).

Стоит отметить, что этот набор ограничений может гарантировать только

что (i) максимальный объем памяти никогда не превышается

и (ii) различные состояния никогда не хранятся одновременно в памяти компьютера.

тот же танк. Однако отсутствие четких решений о выделении

государства к танкам в каждый момент времени делает невозможным принудительное исполнение

условие, при котором материал, хранящийся в конкретном резервуаре, должен

оставайтесь в том же устройстве, пока не потребляется. Следовательно,

сгенерированный график может быть слишком гибким, что позволяет

количество материала, котор нужно хранить в различных баках для последовательного

моменты времени, которые могут оказаться неосуществимыми для реальной партии

растения 3.2.2. Непрерывная рецептура на основе РТН

В этом разделе мы сосредоточим наше внимание на самых последних

формулировки непрерывного времени, основанные на концепции RTN первоначально

предложенный Pantelides (1994). Работа, разработанная

Кастро, Барбоса-Повоа и Матос (2001), который был тогда

улучшено в Castro, Barbosa-Povoa, Matos, и Novais (2004)

попадает в эту категорию и описывается ниже. Основные допущения

в рамках этого подхода рассматриваются: (i) единицы обработки

индивидуально, т. е. для каждого доступного блока определяется один ресурс,

и (ii) только одна задача может быть выполнена в любом данном оборудовании

ресурс в любое время (унарный ресурс). Это предположение

увеличьте количество задач и ресурсов, которые должны быть определены, но при

в то же время позволяют снизить сложность модели. Эта модель

также охватывает все функции, приведенные в столбце на непрерывном

время и глобальные временные точки в Таблице 1.

3.2.2.1. Временные ограничения. Точно так же, как и в предыдущем

STN-основанная формулировка непрерывного времени, набор глобального времени

точки N предопределены, где происходит первая временная точка

в начале T1 = 0, тогда как последний в конце

временной горизонт интереса Tn =H. Однако основное отличие

по сравнению с предыдущей моделью возникают в определении

переменная распределения Winn

который равен 1 всякий раз, когда задача

i начинается в точке времени n и заканчивается в точке времени n > n или до нее.

Таким образом, начальные и конечные моменты времени для данной задачи

i определяются только через один набор двоичных переменных. Она должна

следует отметить, что это определение с одной стороны делает модель

проще и компактнее, но с другой стороны это существенно

увеличивает число определяемых ограничений и переменных.

Ограничения (32) и (33) предполагают, что разница между

абсолютные времена любых двух временных точек (n и n ) должны быть либо

больше или равно (для нулевых задач ожидания), чем обработка

время начала и окончания всех заданий в эти же моменты времени.

Как видно из уравнений, время обработки задачи будет зависеть от активации задачи, а также от размера пакета

3.2.2.2. Ограничения размера пакета. Предполагая, что каждая задача может

может выполняться только в одном процессоре с ограниченной производительностью

оборудования учитывается через ограничение (34)

3.2.2.3. Остатки ресурсов. Доступность ресурсов является типичной

выражение многопериодного баланса, в котором превышение a

ресурс в момент времени n равен сумме избытка в предыдущий момент времени.

точка события (n−1), скорректированная на объем ресурса

потребляется / производится всеми задачами, начинающимися / заканчивающимися одновременно

точка n, выраженная ограничением (35). Особый срок принятия

с учетом потребления / высвобождения ресурсов хранения

включено для любого списка задач хранения. Здесь используются отрицательные значения

для представления потребления, в то время как положительное число определяет

производство ресурса. Кроме того, количество доступных ресурсов

ограничена ограничением (36)

3.2.2.4. Ограничения хранения. Предполагая, что одна задача хранения i

на материальный ресурс r, определение ограничения (36) в сочетании

с эквалайзерами. (37) и (38) гарантируют, что при наличии

избыточное количество ресурса r в момент времени n, то соответствующее

задача хранения i будет активирована для обоих интервалов n-1

и n. как можно наблюдать в этих ограничениях, выделенное хранилище

баки с постоянной минимальной и максимальной емкостью могут

определяется только для состояний, которые поддаются хранению. Использование

общие резервуары для хранения не рассматриваются в этой формулировке MILP

Можно сделать вывод, что модели непрерывного времени STN и RTN

исходя из определения глобальных временных точек, они носят достаточно общий характер.

Они способны легко приспосабливать разнообразие объективное

такие функции, как максимизация прибыли или минимизация makespan.

Однако события, происходящие в течение временного горизонта такие

по мере того как множественные сроки выполнения и приемки сырья более сложны

для реализации учитывая, что точное положение точек времени

неизвестно. Кроме того, непрерывное представление временной области

делает что стоимость запасов не может быть оценена без ущерба

линейность модели.

3.3. Единица-специфическое событие времени

Для того чтобы приобрести больше гибкости в решениях времени снаружи

увеличение количества определяемых временных точек, оригинал

понятие точек событий было введено Иерапетритом и

Floudas (1998), который ослабляет глобальное представление точки времени

позволяя различным задачам начинаться в разные моменты

в разных единицах измерения для одной и той же точки события (см. 5С). Впоследствии,

оригинальная идея была реализована в представленной работе

Лин, Флудас, Моди и Юхас (2002) и вин и

Ierapetritou (2000) и недавно продлен Janak, Lin, and

Floudas (2004). В этом разделе мы опишем представленную работу

в Janak et al. (2004), который представляет собой наиболее общий STNbased

формулировка, которая использует этот тип представления событий

и покрывает все характеристики сообщенные на соответствуя

столбец В Таблице 1. В связи с тем, что вся рецептура

включает в себя очень значительное количество ограничений, только центральные

одни будут сообщены в этом обзоре, в то время как остальные могут

можно найти в оригинальной работе.

3.3.1. Ограничения назначения

Чтобы определить, в каких точках события начинается каждая задача i

(Wsin), активен (Win) и финиширует (Wfin), ограничения (39)–(43)

примените следующие условия к переменным распределения модели:

(i) в блоке j может выполняться не более одной задачи i

на мероприятие, Время Н, (II) и задач я буду активным во время события, когда Н

эта задача была запущена до или при событии n и не была выполнена

были завершены до этого события, (iii) все начальные задачи должны быть завершены,

(IV) одной из задач я могу только в точке событий N, если все

задачи, которые я начинал раньше, закончились до момента события n и,

(v) одна задача, которую я могу завершить только в точке события n, если она была

начали в предыдущем пункте событий N и не закончилась до

точка события n. следует отметить, что индекс оборудования не является

используется в переменных модели, поскольку эта формулировка предполагает, что

каждая задача может быть выполнена только в одном блоке. Дублирование задач-это

требуется иметь дело с несколькими частями оборудования, работающими в

параллельный

3.3.2. Ограничения размера пакета

Минимальные и максимальные размеры пакетов для всех активных задач:

навязывается через принуждение (44). Кроме того, поскольку формулировка

позволяет задачам распространяться на несколько точек событий, ограничений (45)

и (46) заставить размеры партий в этих последовательных точках событий быть

последовательный. Таким образом, если задача активна и не завершается в

событие n-1, после чего будет обработано такое же количество материала

в обеих точках событий

Ограничения (47) - (49) определяют размер пакета в начале

тазика задачи, который будет равен ячейке размера пакета всякий раз, когда

задача i начинается в точке события n. в противном случае эти ограничения становятся

избыточный. Аналогичным образом, размер пакета в конце задачи Bfin

определяется через ограничения (50) - (52)

Для решения задач планирования, связанных с конечным промежуточным звеном

емкость запоминающего устройства, ограничение (53) просто представляет собой максимум

количество материалов, которые могут храниться в списке задач хранения

в любом случае точка n.

3.3.3. Материальный баланс

Количество материала состояний, доступных на событии n, равно

к тому, что при событии n-1 увеличено на любые произведенные суммы или

хранится в событии n-1 и уменьшается на любые потребленные суммы или хранится в событии n

3.3.4. Ограничения по времени и последовательности (задачи обработки)

Эти ограничения представляют собой отношения между начальными

и время окончания задачи i в точке события n. тогда, если задача i

не активен в точке события n, ограничение (55) вместе с (56) делает

время обработки равно нулю, установив время окончания

равно времени начала работы. Кроме того, если задача i активна и должна

распространяется на следующее событие n, т. е. оно не заканчивается на событии

n-1, ограничение (57) вместе с ограничением последовательности (60)

сил на концовку времени на Н−1 должен быть равен стартовому времени

в противном случае эти ограничения ослабляются

Ограничения (58) и (59) определяют время обработки задачи i

начиная с события n (Wsin = 1) и заканчивая более поздней точкой события

n (Wfin

= 1). Таким образом, два ограничения заставляют конец

время при n должно быть равно времени начала при n плюс размер партии

зависимое время обработки. Это жесткое условие только навязывается

для тех задач, которые требуют политики хранения нулевого ожидания, как выражено

в ограничении (59). Чтобы учесть другие политики хранения, ограничение

(58) ослабляет время обработки для того чтобы рассматривать не

только время обработки само но также время хранения

материал в блоке обработки. Ограничение (60) определяет, что

время начала задачи i при событии n должно быть больше времени окончания

время завершения задачи i в предыдущей точке события

Для задач предлагаются различные типы ограничений последовательности

которые выполняются в одном блоке j или в разных блоках j и j .

Тогда ограничение (61) определяет, что если задача i заканчивается в событии n-1 и

задача i начинается с события n в том же блоке j, т. е. они являются последовательными,

задачу я должен начать после того, как задача и требует чистки

операцию закончили. С другой стороны, ограничения (62) и

(63) налагают определенные условия последовательности на те задачи, которые

выполняются в разных подразделениях, но проходят последовательно

согласно рецепту процесса. Таким образом, если задача, которую я продуцирую

состояние s заканчивается в событии n-1, то любая задача i, потребляющая это

государство в случае n должно начаться после окончания задания я на предыдущей

точка события. Это условие выполняется как равенство для этих задач

вовлечение материалов, требующих политики хранения с нулевым ожиданием, как

выражается ограничением (63)

3.5. Непосредственный приоритет для конкретной единицы измерения

Понятие пакетного приоритета может быть применено к непосредственному

или общий пакетный предшественник, который генерирует три

различные типы основных математических формулировок. В этом разделе

мы представляем общие ограничения и переменные для

концепция непосредственного приоритета в каждом подразделении. Для этого

случай, двоичная переменная Xii

j становится равным 1 всякий раз, когда

партия i обрабатывается непосредственно перед партией i в процессе обработки

последовательность единицы j. следует отметить, что выделение и

решения о последовательности моделируются с помощью этой переменной. Иллюстрировать

использование этого понятия, давайте рассмотрим формулировку

из Серда, Хеннинг, и Гроссман (1997), где одноступенчатого

пакетная установка с несколькими аппаратурами, работающими параллельно, является

предполагаемый.

3.5.1. Ограничения распределения и последовательности

Набор ограничений (72) - (75) направлен на создание выполнимых

последовательность обработки партий в каждом доступном блоке. Ограничение

(72) выполняет условие, что не более одной партии я могу начать

последовательность обработки единицы j. следовательно, ограничение (73)

определяет, что пакет i может быть обработан либо в первую очередь

(WFij = 1) или сразу после другой партии i (Xi

ij = 1), здесь называется

его непосредственный предшественник. Это означает, что каждая партия я должен

обрабатываются в некоторой единице j и имеют один предшественник i в

наибольший. Кроме того, каждая партия i может быть либо выделена последней

положение последовательности обработки или непосредственно перед другой партией

я, вот назвал его непосредственным преемником. Это условие выполняется

через ограничение (74). Наконец, используется ограничение (75) гарантировать, что непосредственный предшественник и преемник

данная партия i всегда назначается для одной и той же обработки

блок j

Следует отметить, что ограничений (72) - (75) недостаточно

для предотвращения образования подциклов и, в принципе, а

большое количество ограничений исключения subtour должно быть также

входит в состав модели. Однако временной аспект рассматривался

в ограничениях (76) и (77) способствует устранению любых возможных

субцикл из возможного региона и, как следствие, субтур

устранение ограничений больше не требуется.

3.5.2. Временные ограничения

Временные решения пакетов моделируются с помощью ограничений

(76) и (77). Первый выводит время окончания Tfi

из пакета я от своего время начала TSI и ее обработки времени организации

в выделенной единице j. тогда всякий раз, когда пакет i является непосредственным

предшественник партии i в блоке j, т. е. Xi

ij = 1, ограничение (77)

налагает, что время начала партии i должно быть больше, чем

время окончания пакета i плюс изменение с течением времени нажмите кнопку

ij в блоке j.

Таким образом, можно гарантировать, что не произойдет никакого перекрытия

со временем

3.6. Непосредственный приоритет

В этом разделе мы вводим общие ограничения и переменные

альтернативной формулировки, основанной на концепции

непосредственный приоритет пакета. В отличие от предыдущей модели,

решения о распределении и последовательности делятся на два разных типа

наборы двоичных переменных. Чтобы проиллюстрировать использование этой идеи

рассмотрим работу, представленную Мендесом, Хеннингом и

Cerda (2000), где одноступенчатая серийная установка с несколькими

оборудование параллельно предполагается. Соответствующая работа после этого

направление также можно найти в Gupta и Karimi (2003). Ключ

переменные определяются следующим образом: Fij обозначает, что пакет i является

сначала обрабатывается в блоке j; Wij обозначает, что пакет i выделяется

единица j, но не в первую очередь и; Xii

указывает, что пакет я

обработано непосредственно перед первой партией .

3.6.1. Ограничения распределения

Ограничение (78) определяет, что не более одной партии i может быть первой

обрабатывается в единице j, тогда как ограничение (79) обеспечивает выполнение каждой партии

я должна быть выделена последовательность обработки имеющейся

блок j

3.6.2. Ограничения соответствия последовательности и распределения

Всякий раз, когда пара партий i, i связаны через непосредственный

отношения предшествования, я.е.ХІІ

= 1, обе партии должны быть

выделено в ту же единицу j. это условие накладывается через

неравенства (80) и (81), которые касаются распределения и последовательности

решения между собой. Первый налагает условие

на наборе блоки которые могут выполнить обе серии тогда как

последний применяется к тем единицам, которые могут обрабатывать только партию i

3.6.3. Ограничения последовательности

Каждая партия я должен либо быть первым обработан или непосредственно

предшествует другая партия i, выраженная в ограничении (82). В

кроме того, ограничение (83) определяет, что каждая партия i может быть не более

непосредственно сменил другую партию я, тут же назвал ее непосредственной

преемник. Таким образом, возможная последовательность обработки для каждого

единица измерения всегда генерируется 3.6.4. Временные ограничения

Ограничение (84) вычисляет время окончания Tfi пакета i из

время ее начала TSI и ее обработки времени организации в выделенных

блок j. чтобы предотвратить перекрытие пакетов, ограничение (85) гласит, что

партия i, непосредственно следующая за партией i (Xii

= 1) в j-й единице обработки

последовательность должна начинаться как после времени окончания пакета i

и соответствуя блок и последовательность-зависимое переключение

задания состоялись 3.7. Основное преимущество

Обобщенное понятие приоритета расширяет непосредственное

концепция приоритета должна учитывать не только непосредственного предшественника,

но и все партии, обработанные ранее в том же самом

последовательность обработки. Таким образом, концепция приоритета является

полностью обобщенный, что упрощает модель и уменьшает

на половину числа переменных последовательности по сравнению с

модель непосредственного приоритета. Это сокращение получается путем

определение только одной переменной последовательности для каждой пары пакетных задач

это может быть выделено на тот же ресурс. Дополнительно, майор

сила этого подхода заключается в том, что секвенирование решений может быть легко

экстраполируется на различные типы возобновляемых общих ресурсов.

Таким образом, использование технологических установок, емкостей для хранения, коммунальные услуги

и силу человека можно эффективно отрегулировать через такой же комплект

последовательности переменных без ущерба для оптимальности

решение. Представлена часть работ, попадающих в эту категорию

по подходам, разработанным Мендесом, Хеннингом и

Серда (2001) и Мендес и Серда (2003a, 2004a,b). Здесь мы

предположим, что проблема многоступенчатого последовательного планирования с несколькими

оборудование работает параллельно на каждом этапе.

3.7.1. Ограничения распределения

Каждому требуемому процессору должен быть назначен отдельный блок обработки j

этап l для изготовления партии i, здесь называется задачей (i, l)

3.7.2. Временные ограничения

Чтобы определить точное время для каждой пакетной задачи (i, l),

ограничение (87) определяет время окончания задачи с точки зрения

время запуска и обработки в заданном блоке J. приоритет

ограничения между последовательными этапами l1 и l пакета i являются

навязывается через принуждение (88)

3.7.3. Ограничения последовательности

Ограничения последовательности (89) и (90), которые выражаются в

условия ограничений big-M определяются для каждой пары задач

(i, l) и (i, l), которые могут быть отнесены к одной и той же единице j. Если оба

выделяются в единицу j, т. е. Wilj = Wi

л

j = 1, либо ограничение

(90) или (91) будут активны. Если задача (i, l) обрабатывается раньше, чем

(i, l), то X

иль, я

л

равно единице и выполняется ограничение (90)

чтобы гарантировать, что задача (i, l ) начнется после завершения обоих

задание (i, l) и последующая операция переключения на блоке j.

Кроме того, ограничение (90) становится избыточным. В случае, если эта задача

(i, l) выполняется ранее в том же блоке, применяется ограничение (90) и

ограничение (89) ослаблено. В противном случае такой пары задач нет

осуществляется на одном и том же агрегате и, следовательно, с ограничениями (89)

и (90) становятся одновременно избыточными и значение последовательности

переменная не имеет значения для единицы j. следует отметить, что

понятие приоритета, используемое в переменной последовательности, не включает в себя

только непосредственный предшественник, но и все обработанные партии

3.7.4. Ограничения ресурсов

Пользуясь понятием общего приоритета, это

формулировка способна справиться с ограничениями ресурсов помимо

блоки обработки без предопределения контрольных точек для проверки

наличие ресурсов. Общая идея состоит в том, чтобы использовать униформу

обработка ресурсных ограничений, где использование обработки

единицы и другие ресурсы, такие как рабочая сила, инструменты и услуги

обрабатывается с помощью общих решений о распределении и последовательности.

Для этого используются различные виды ресурсов r (рабочая сила, инструменты,

пар, энергия и т.д.) участвует в решении проблемы планирования, а также

как отдельные элементы или части ресурсов z доступны для каждого

тип r должен быть определен. Например, три бригады операторов z1, z2

и z3 может быть определен для типа ресурса рабочей силы, здесь называется

r1. Поэтому ограничение (91) гарантирует, что достаточный ресурс r

будет выделен для удовлетворения требований партии i, где qrz является

объем ресурса r доступный в элементе ресурса z типа

r и vilrj определяет объем ресурса r, необходимый при выполнении задачи (i,

l) распределяется на единицу j, т. е. потребности в ресурсах, зависящие от единицы, могут

быть легко объяснимым. Кроме того, пара ограничений (91)

и (92) обеспечивает последовательное использование каждого элемента ресурса путем

используя ту же идею, представленную выше для обработки последовательности

единицы. Следует отметить, что одна и та же переменная последовательности

Икс

иль, я

л

используется для обработки единиц и других ресурсов, ограничений

(89)–(93), что позволяет генерировать простую задачу

формулировка, содержащая меньшее число двоичных переменных.

Новые переменные распределения Yiz определяются для каждого элемента z каждого