
ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ПРОГРЕССИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES

УДК 681.324

Баркалов А. А.¹, Зеленева И. Я.², Гриценко А. А.³¹Д-р техн. наук, профессор Донецкого национального технического университета²Доцент Донецкого национального технического университета³Магистр Донецкого национального технического университета

СИНТЕЗ УПРАВЛЯЮЩИХ АВТОМАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В данной работе предлагается метод синтеза управляющих автоматов, основанный на использовании параллельных или распределенных систем. Задача синтеза управляющих автоматов в данном случае подразумевает поиск оптимального решения, его верификацию и собственно синтез для заданной элементной базы. Такая трактовка значительно повышает сложность рассматриваемой задачи, однако позволяет получить эффективное решение, что компенсирует затраты на его поиск.

Ключевые слова: оптимизация, верификация, синтез, параллельная система, распределенная система, управляющий автомат.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент существует множество алгоритмов оптимизации управляющих автоматов [1, 2]. Некоторые из этих алгоритмов являются ортогональными, поэтому могут использоваться совместно, образуя при этом различные комбинации. Для того, чтобы оценить эффективность применения того или иного алгоритма оптимизации или их комбинации, необходимо иметь информацию о структуре управляющего автомата и информацию об используемой элементной базе. При этом только информация о структуре управляющего автомата заведомо является предопределенным параметром, в то время как информация об элементной базе может представлять собой набор альтернативных вариантов.

Опираясь на вышесказанное, предлагаемый метод определяет следующие стадии решения задачи синтеза управляющего автомата: сбор информации о возможных вариантах оптимизации (в том числе о комбинациях ортогональных подходов), верификация каждого предположения об оптимизации, сбор статистических данных о предполагаемых результатах синтеза управляющего автомата с использованием заданной элементной базы и принятие решения о синтезе. В процессе выполнения всех стадий, кроме окончательной стадии принятия решения, предполагается решение большого количества однотипных и взаимно-независимых задач, откуда следует практическая необходимость использования параллельных или распределенных систем. Эта необходимость обусловлена как возрастающей сложностью алгоритмов

© Баркалов А. А., Зеленева И. Я., Гриценко А. А., 2010

и увеличивающимся объемом анализируемых данных, так и необходимостью в полной мере использовать ресурсы современных систем. Поэтому в основе предлагаемого метода лежит декомпозиция работ, выполняемых в процессе синтеза управляющего автомата, позволяющая эффективно использовать возможности современных систем.

В данной работе проводится анализ эффективности использования параллельных и распределенных систем для решения задачи синтеза управляющих автоматов. На первом этапе рассматривается выбор модели декомпозиции работ, на основе которой формируется архитектура системы, а также определяются интерфейсы взаимодействия ее компонент. На втором этапе рассматривается задача синтеза управляющего автомата, иллюстрирующая детали применения предлагаемого метода. Результатом анализа является формирование архитектуры параллельной или распределенной системы синтеза управляющих автоматов и рассмотрение ее структурных и поведенческих аспектов.

Ключевым аспектом является то, что метод разработан с использованием объектно-ориентированного подхода [3]. Это проявляется как в способе проведения анализа и проектирования [3, 4], так и в способе документирования полученных решений с использованием унифицированного языка моделирования [5, 6]. Несмотря на то, что рассмотрение вопросов проектирования и конструирования конкретных приложений выходит за рамки данной работы и будет рассмотрено в дальнейшем, все предложенные решения протестированы с использованием языка программирования C++ и механизмов, описанных в [7].

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Первоначальная структура модулей рассматриваемой системы основана на декомпозиции работ с использованием модели делегирования (или иерархической модели) [7]. Данная модель предполагает наличие единого модуля управления (*administrative module*) и нескольких подчиненных модулей (*subordinate modules*) (рис. 1).

Модуль управления распределяет задачи, которые необходимо решить в процессе синтеза управляющего автомата, между подчиненными модулями и управляет процессом их выполнения. После завершения выполнения всех задач модуль управления принимает решение об эффективности применения того или иного метода оптимизации при условии использования той или иной элементной базы. При этом задачи, распределяемые между подчиненными модулями и, как следствие, определяющие их назначение, предлагается разделять на три основных класса.

К первому классу относятся задачи оптимизации, которые отвечают за анализ заданной структуры управляющего автомата и формирование данных, необходимых для выполнения оптимизации. Формируемые данные должны, в первую очередь, обладать свойствами полноты и элементарности. Ко второму классу относятся задачи верификации, которые дают гарантии корректности и непротиворечивости оптимизированных структур управляющих автоматов, что особенно важно для оптимизированных структур управляющих автоматов, полученных в результате применения комбинации ортогональных алгоритмов оптимизации. К третьему классу относятся задачи синтеза, которые выполняют анализ оптимизированной структуры управляющего автомата и генерируют статистические данные, позволяющие оценить эффективность реализации в заданном элементном базисе. Важным аспектом является то, что задача синтеза не обязательно выполняет физический синтез с использованием заданной элементной базы.

К первому классу относятся задачи оптимизации, которые отвечают за анализ заданной структуры управляющего автомата и формирование данных, необходимых для выполнения оптимизации. Формируемые данные должны, в первую очередь, обладать свойствами полноты и элементарности. Ко второму классу относятся задачи верификации, которые дают гарантии корректности и непротиворечивости оптимизированных структур управляющих автоматов, что особенно важно для оптимизированных структур управляющих автоматов, полученных в результате применения комбинации ортогональных алгоритмов оптимизации. К третьему классу относятся задачи синтеза, которые выполняют анализ оптимизированной структуры управляющего автомата и генерируют статистические данные, позволяющие оценить эффективность реализации в заданном элементном базисе. Важным аспектом является то, что задача синтеза не обязательно выполняет физический синтез с использованием заданной элементной базы.

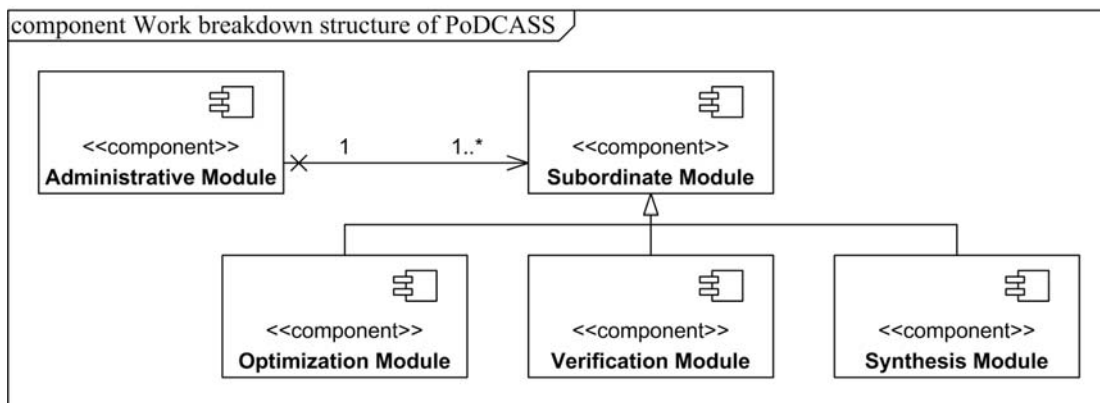


Рис. 1. Модульная структура системы синтеза управляющих автоматов

Она должна в первую очередь предоставить данные о предполагаемых результатах такого синтеза. Следовательно, генерируемые статистические данные должны обладать свойствами полноты и достоверности.

Подчиненные модули могут одновременно решать задачи различных классов, однако более эффективным с точки зрения проектирования подходом является четкое распределение обязанностей между подчиненными модулями [3, 4], как показано на рис. 1.

Предлагаемое разделение модулей и выполняемых ими задач, с точки зрения архитектуры параллельных и распределенных систем, соответствует модели MIMD (*Multiple Programs, Multiple Data*) [7].

СТРУКТУРА МОДУЛЕЙ, ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ

В рамках предлагаемого метода формирование структуры подчиненных модулей может быть отложено до этапа проектирования, в то время как структура модуля управления имеет архитектурные особенности, в частности, предполагает наличие внутренних подсистем двух типов. К первому типу относится подсистема анализа, которая отвечает за выбор алгоритмов оптимизации, формирование альтернативных оптимизированных структур управляющего автомата, выбора элементной базы (или определение множества альтернативных вариантов), сбор и анализ статистических данных синтеза и принятие решения. Ко второму типу относится подсистема управления подчиненными модулями, которая отвечает за определение порядка решения задач, их распределение между подчиненными модулями и управление процессом их выполнения. Такое разделение подсистем позволяет отделить логику синтеза управляющего автомата от деталей управления подчиненными модулями, которые определяются используемым механизмом параллельной или распределенной обработки.

На рис. 2 показан порядок взаимодействия различных модулей и их подсистем между собой в процессе решения задачи синтеза управляющего автомата. Согласно диаграмме деятельности [3, 5, 6], показанной на рис. 2, на начальном этапе подсистема анализа модуля управления отвечает за выбор алгоритмов оптимизации и формирование альтернативных оптимизированных структур синтезируемого управляющего автомата. Результатом выполнения этих действий является формирование сценария синтеза, который является основой для работы подсистем управления подчиненными модулями. Сценарий син-

теза управляющего автомата определяет потоки управления задачами, выполняемыми в процессе синтеза управляющего автомата, и потоки данных, формируемые этими задачами.

Подсистема управления подчиненными модулями анализирует сценарий синтеза, формирует на его основе предполагаемый порядок выполнения задач, распределяет их между подчиненными модулями и управляет процессом их выполнения. Подсистема управления также отвечает за эффективное управление имеющимися ресурсами, в частности, она гарантирует, что в процессе выполнения задач не будут использованы избыточные ресурсы. В то же время подсистема управления не интересуется семантикой выполняемых задач. После завершения выполнения сценария синтеза подсистема управления предоставляет все данные, полученные в результате выполнения задач, подсистеме анализа, которая использует их для принятия решения. Единственным семантическим аспектом, который может интересовать подсистему управления, являются результаты выполнения задач верификации. Нельзя предложить общее решение этой проблемы, поэтому данный аспект должен детально рассматриваться в процессе последующего проектирования.

Способ развертывания системы синтеза зависит от используемого механизма параллельной или распределенной обработки [3, 4, 7] (на рис. 3 показана диаграмма развертывания [3, 5, 6] предлагаемой системы с использованием многопроцессорной архитектуры). То есть, способ развертывания не является основополагающим функциональным фактором предлагаемого механизма и может рассматриваться как ограничение, которое, к тому же, может быть как статическим, так и динамическим. Это ограничение затрагивает лишь подсистемы управления подчиненными модулями и интерфейсы взаимодействия с подчиненными модулями, то есть те архитектурные элементы, которые не касаются логики предметной области. Следовательно, в рамках предлагаемой архитектуры элементы, реализующие логику анализа, оптимизации, верификации и синтеза, не зависят от ограничений, налагаемых механизмом обеспечения параллельной или распределенной обработки.

ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДА

Рассмотрим порядок синтеза управляющего автомата с использованием предложенного метода. На рис. 4 показан вариант исходной структуры синтезируемого управляющего автомата и отмечены основные точки межмодульной оптимизации. Основное отличие межмодульной оптимизации заключается в

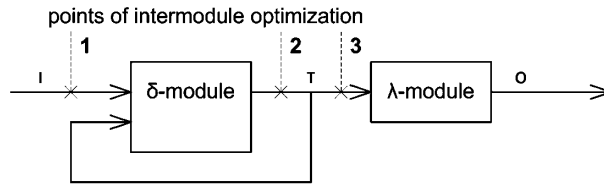


Рис. 4. Исходная структура синтезируемого управляющего автомата

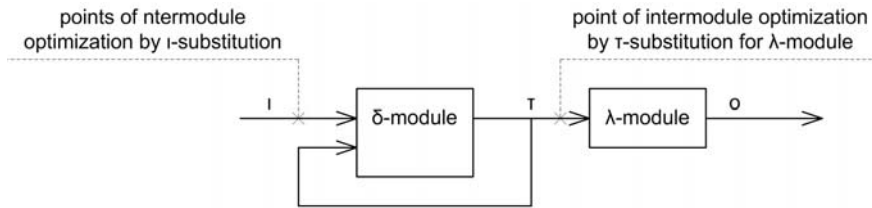


Рис. 5. Точки применения алгоритмов оптимизации

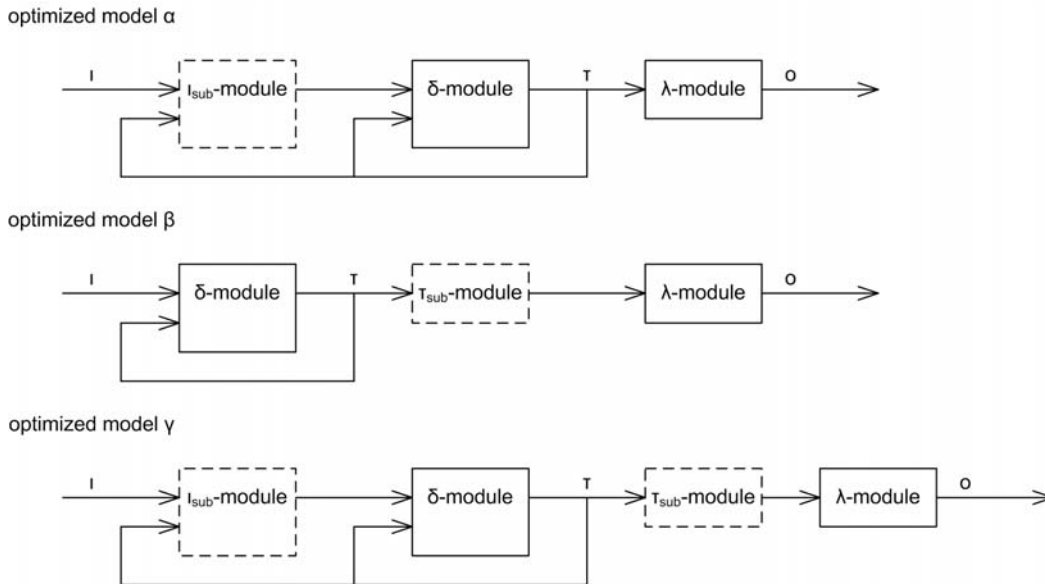


Рис. 6. Альтернативные варианты структуры синтезируемого управляющего автомата

том, что результатом ее применения является появление новых модулей при неизменности существующих, в структуре управляющего автомата.

В данном примере будет рассматриваться применение двух ортогональных алгоритмов [1, 2] (рис. 5): оптимизация замещением входных состояний в точке 1 и оптимизация бинарным кодированием внутренних состояний в точке 3 исходной структуры.

Так как выбранные алгоритмы оптимизации ортогональны, на основе исходной структуры синтезируемого управляющего автомата будет сформировано три альтернативных оптимизированных варианта

структуры управляющего автомата: два тривиальных и один, полученный комбинированием. Все перечисленные варианты синтезируемого управляющего автомата показаны на рис. 6.

Схемы, показанные на рис. 5 и рис. 6, в общем виде представляют результаты выполнения стадий выбора алгоритма оптимизации и формирования альтернативных вариантов оптимизированной структуры управляющего автомата, рассмотренных выше (рис. 2).

Последним этапом предварительного анализа является формирование сценария синтеза управляюще-

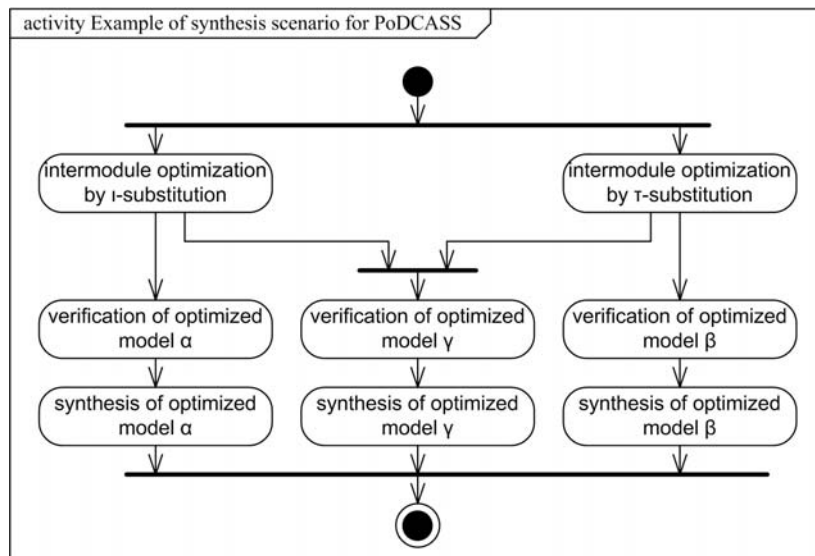


Рис. 7. Пример сценария синтеза управляющего автомата

го автомата. Этот сценарий должен включать выполнение следующих операций: получение результатов оптимизации для выбранных алгоритмов оптимизации, верификацию сформированных альтернативных вариантов структуры управляющего автомата и сбор статистических данных синтеза для этих структур. Существует большое количество вариантов представления потоков управления и потоков данных [3], однако в данном случае была выбрана диаграмма активности [3, 5, 6] (рис. 7), использование которой позволяет сконцентрировать внимание на наиболее важном в данном случае аспекте параллелизма выполнения рассматриваемого сценария.

Созданный сценарий передается подсистемам управления подчиненными модулями, которые отвечают за распределение решаемых задач и контроль их выполнения. Следует обратить внимание на наличие двух важных свойств. Во-первых, сценарий, показанный на рис. 7, определяет зависимости между отдельными видами решаемых задач, но не определяет конкретный порядок их выполнения. То есть, не имея знаний о деталях работы подсистем управления подчиненными модулями, нельзя однозначно сказать, какая задача будет решена раньше: задача синтеза одной из оптимизированных структур или задача верификации комбинированной структуры. Во-вторых, анализ данного сценария позволяет сказать, что для эффективного решения всех задач необходимо наличие двух физических подчиненных модулей. Однако предположение об использовании физических ресурсов конкретизируется только на уровне подсистемы управления подчиненными модулями. Наличие этих

свойств подтверждает высказанное ранее утверждение о строгом распределении обязанностей между подсистемами административного модуля и инкапсуляции аспектов их работы [3, 4]: подсистема анализа реализует логику предметной области (синтеза управляющих автоматов), в то время как подсистема управления подчиненными модулями обеспечивает эффективную реализацию механизма параллельной или распределенной обработки.

Дальнейшее рассмотрение предлагаемого метода требует предварительного решения вопросов выбора конкретного механизма параллельной или распределенной обработки данных и вопросов выбора элементной базы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе предложен метод параллельного или распределенного синтеза управляющих автоматов, разработанный с использованием объектно-ориентированного подхода [3, 4]. Мотивацией для создания предложенного метода является, во-первых, необходимость эффективного практического использования современных систем, во-вторых, необходимость получения эффективных и обоснованных решений задачи синтеза управляющих автоматов с использованием современных алгоритмов оптимизации.

В данной работе рассматривается только анализ предложенного механизма, результатом выполнения которого является предложенная архитектура системы. Рассмотрение и исследование эффективности приложений предложенной архитектуры относительно

конкретных механизмов параллельной и распределенной обработки данных и конкретных алгоритмов оптимизации является основным направлением дальнейшей работы.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баркалов О. О. Синтез пристроїв керування на програмованих логічних пристроях / Баркалов О. О. – Донецьк : ДонНТУ, 2002. – 262 с.
2. Barkalov A. A. Synthesis of operational and control automata / Barkalov A. A., Titarenko L. A. – Donetsk : TechPark DonNTU UNITECH, 2009. – 256 pp.
3. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений : пер. с англ. / Буч Г., Максимчук Р. А., Энгл М., Янг Б., Коналлен Д., Хьюстон К. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2008. – 720 с.
4. Мейер Б. Объектно-ориентированное конструирование программных систем : пер. с англ. / Мейер Б. – М. : Русская Редакция, 2005. – 1232 с.
5. Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя : пер. с англ. / Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. – 2-е изд. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 496 с.
6. Буч Г. UML. Классика CS : пер. с англ. / Буч Г., Якобсон И., Рамбо Д. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 736 с.
7. Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование на C++ : пер. с англ. / Хьюз К., Хьюз Т. – М. : Вильямс, 2004. – 672 с.

Надійшла 13.04.2009

УДК 519.816:004.414.3

Баркалов О. О., Зеленьова І. Я., Гриценко А. О.

СИНТЕЗ КЕРУЮЧИХ АВТОМАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗПОДІЛЕНИХ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ СИСТЕМ

В даній роботі запропоновано метод синтезу керуючих автоматів, заснований на використанні паралельних або розподілених систем. Задача синтезу керуючих автоматів в даному випадку включає пошук оптимального рішення, його верифікацію та безпосередньо синтез для обраної елементної бази. Таке трактування значно підвищує складність постановки задачі, проте дозволяє отримати ефективне рішення, що компенсує витрати на його пошук.

Ключові слова: оптимізація, верифікація, синтез, паралельна система, розподілена система, керуючий автомат.

Barkalov A. A., Zelenyova I. J., Grytsenko A. A.

PARALLEL AND DISTRIBUTED SYNTHESIS OF CONTROL AUTOMATA

The method of control automata synthesis within the parallel or distributed systems is proposed in this paper. Solving of the synthesis problem implies, in this case, search of the optimal solution, its verification and actually synthesis on the basis of the specific platform. Such interpretation increases complexity of the considered synthesis problem, but brings us to obtaining an effective solution. In the general case, advantages of the found solution compensate costs for its searching.

Key words: optimization, verification, synthesis, parallel system, distributed system, control automaton.

Дубровин В. І.¹, Колпакова Т. А.², Козлов А. В.³

¹Канд. техн. наук, професор Запорозького національного технічного університета

²Студент Запорозького національного технічного університета

³Студент Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Рассмотрена проблема принятия решений в управлении строительными проектами; проведен анализ существующего программного обеспечения для управления проектами и поддержки принятия решений; обоснована необходимость разработки специализированной СППР для использования в управлении строительными проектами. Поставлены требования к функционированию и реализации СППР для использования в управлении строительными проектами.

Ключевые слова: принятие решений, управление проектами, строительное проектирование, СППР.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях возрастающей конкуренции в сфере управления строительством для получения успешных результатов необходимо применять методы планирования ресурсов и управления проектами.

© Дубровин В. И., Колпакова Т. А., Козлов А. В., 2010

Для совершенствования проектной деятельности можно либо улучшать качество управления каждым отдельным проектом, т. е., например, повышать квалификацию сотрудников, либо повышать качество управления всеми проектами предприятия, создать систему управления проектами и научить сотрудников грамотно ею пользоваться.