

МИНИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕННОЙ СЛОЖНОСТИ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.93.1.

ЗАХОЖАЙ Олег Игоревич

к.т.н., доц., доцент кафедры электронных систем Донбасского государственного технического университета.

Научные интересы: информационные технологии, распознавание образов и искусственный интеллект, интеллектуальное управление сложными многокомпонентными комплексами и системами, микропроцессорные системы сбора, обработки информации и управления.

ФИЛИМОНЦЕВ Валерий Вадимович

аспирант кафедры электронных систем Донбасского государственного технического университета.

Научные интересы: информационные технологии.

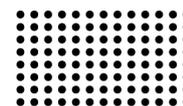
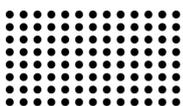
ВВЕДЕНИЕ

Внедрение компьютерных информационных систем в процессе развития человеческого общества стало неотъемлемой частью различных областей науки и техники. Эти системы позволяют создавать, хранить и упорядочивать информацию, оптимизировать доступ к большим объемам данных. Частные лица и организации все больше полагаются на сложные компьютерные системы в вопросах принятия решений и прогнозирования. Таким образом, запросы к хранилищам данных усложняются, а временная сложность решений увеличивается. Современные тенденции активного использования сложных информационных систем создает предпосылки для решения проблем временной сложности обработки больших массивов информации. При решении ряда научно-исследовательских и практических задач возникает проблема обработки больших массивов данных. В качестве примеров можно привести обработку технических и статистических данных, глобального моделирования климата, многочисленные эксперименты в области физики и химии. В последнее время стало актуальным использование web-хранилищ данных, однако большинство из них строятся по устаревшим концепциям, которые не могут обеспечить оперативной обработки, учитывая тенденцию роста

объемов обрабатываемых данных. При этом решение проблемы замены данных информационных систем должна решаться в русле формирования структуры и функций, обеспечивающих импорт данных без искажения содержимого и внутренних связей.

АНАЛИЗ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В различных сферах науки и техники накапливается огромное количество данных различной структуры и формата, которые требуют оперативной обработки и размещения в базах для хранения. Сегодня все еще актуальна проблема оптимизации стратегий и моделей поведения систем сбора, обработки и хранения информации [1]. Наиболее рациональным подходом для решения подобного рода задач стало применение информационных систем. Анализ предметной области показывает наличие достаточного количества общедоступных программных средств, что представляют собой различные системы, от очень простых до сложных и многокомпонентных, однако, все они предлагают точечные решения вопроса, которые не объединены общей концепцией, что позволяло бы сформировать общую стратегию обработки и хранения больших массивов данных. В особенности, такой подход позволил бы упростить процесс синтеза многокритериальных систем обработки массивов данных.



Многокритериальные системы обработки массивов данных включают в себя большое разнообразие задач анализа и передачи данных, работу с форматами данных, профилями пользователей и многие другие аспекты, которые требуют комплексного решения с инженерной точки зрения.

В настоящее время проблема приложений, работающих с большими объемами данных, находится на переднем крае науки. В англоязычной литературе такие задачи получили название “data intensive”, что можно перевести как «оперирующий большими объемами данных» (ОБОД). ОБОД называют такие вычислительные задачи, в которых хранение, обработка и анализ значительных объемов данных становится первоочередной проблемой в рамках сложных информационных систем [1].

Сложные информационные системы предполагают не только прием, накопление и передачу информации с помощью различных технических средств, но и ее переработку. При переработке первичной информации в производную (интегрированную) могут применяться различные методы системного анализа, прикладной математики, разнообразные аппаратно-программные средства.

Сложные информационные системы предусматривают сложность компьютерной сети, информационного, программного, технического обеспечения, распределенность, наличие большого количества рабочих станций, серверов, сетевого оборудования, пользователей, взаимодействующих с информационной системой. Для нормального функционирования информационной системы необходимо нормальное функционирование общего доступа к сети таких ресурсов как серверы и сетевое оборудование [1].

Одним из главных направлений оптимизации является скорость обработки массивов информации.

Увеличение скорости обработки массивов информации возможно за счет использования:

- предварительной обработки данных;
- создания алгоритмов адаптивного хранения данных;
- аналитического определения минимального контента необходимых входных данных;
- системного анализа входного потока данных;

- внедрения системы проверки данных на адекватность;

- распределенной системы обработки данных;
- внедрения критериев самообучения системы.

Одним из возможных решений оптимизационной задачи относительно временных затрат на обработку входящей информации может быть использование сервис-ориентированных систем, для введения данных и предобработки потоков входящей информации параллельно с их обработкой.

Концепция сервис-ориентированной архитектуры (СОА) определяет современный подход к созданию распределенных информационных систем путём комбинации удаленных слабосвязанных программных и информационных компонентов – web-сервисов, взаимодействующих на основе некоторого платформенно-независимого и языково-независимого протокола [2].

СОА может найти рациональное применение в системах обработки больших потоков данных, в особенности, когда такая обработка должна проводиться в режиме реального времени. Один из вариантов решения оптимизационной задачи минимизации временной сложности обслуживания в СОА представленный в [3]. Общая методика включает в себя постановку и решение двух типов оптимизационных задач:

1) групповая равномерная минимизация среднего времени обслуживания для последовательных цепочек сервисов, имеющих равное наибольшее среднее время обслуживания, при заданном ограничении на вероятность обслуживания;

2) индивидуальная максимизация вероятности обслуживания для параллельных цепочек сервисов, имеющих равное наибольшее среднее время обслуживания.

Однако, использование вышеперечисленных средств не позволяет в полной мере решить оптимизационные задачи, так как они затрагивают лишь загрузку, связанную с приемом и передачей информации, но не затрагивают проблемы с текущей загрузкой вычислительных мощностей. Среди предлагаемых решений можно выделить реализацию концепции совмещения временных сложностей обработки входящей информации и самих алгоритмов обработки. Это позволяет не только оптимизировать временные затраты, но и улучшить показатели нагрузки на вычислительные единицы.

На временную сложность обработки информации в значительной степени влияет структура баз данных и архитектура построения запросов. Как следует из [4-8], оптимизация запросов к базам данных возможна за счет:

1) языков манипулирования данными высокого уровня, которые позволяют формулировать сложные запросы для большого количества отношений, выполнение которых требует значительных временных затрат;

2) предварительной обработки потока входящих данных и плана выполнения алгебраических операций;

3) модификации плана выполнения алгебраических операций, что, в значительной степени, позволит увеличить скорость обработки таких запросов. Цель таких модификаций – получение эквивалентного выражения, требующего меньших затрат ресурсов времени и памяти.

Таким образом, можно выделить следующие основные направления оптимизации временных сложностей в многокритериальных системах обработки информации:

- минимизация времени обслуживания запросов в системах обработки массивов информации;

- оптимизация затрат ресурсов на выполнение операций и задач в системах обработки массивов информации;

- разделение ролей вычислительных единиц в системах обработки массивов информации.

Решение последней указанной задачи позволит реализовать комплексное решение по минимизации временной сложности обработки данных в многокритериальных системах различного предназначения. Этот вопрос требует более детального рассмотрения.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

В решении поставленной задачи, а именно разработки системы для распределения ролей между вычислительными единицами при распределенной обработке массивов данных, следует проанализировать все факторы, что влияют на скорость передачи и обработки данных, а также рациональность использования ресурсов.

Неопределенность относительно структур и объемов входящей информации, а также необходимая очередность ее обработки создает дополнительные сложности и временные затраты на обработку данных. Для решения этой проблемы предлагается использование элементов систе-

мы поддержки принятия решения (СППР), позволяющих определить первоочередность обработки данных, что является актуальным особенно в случае многокритериальности. Как известно, принятие решений в проблемно-ориентированных информационных системах и системах управления осуществляется в условиях априорной неопределенности, обусловленной неточностью или неполнотой исходных данных, стохастической природой внешних воздействий, отсутствием адекватной математической модели, нечеткостью сформулированной цели, человеческим фактором [4, 5]

Для определения параметров оптимизации компьютерных распределенных систем, необходимо знать факторы влияющие на загруженность одной вычислительной единицы. Средствами операционных систем в определенном интервале времени определяются следующие основные параметры, характеризующие загруженность компьютерной системы:

– загруженность процессора $Z_i(t)$ (включает в себя: загруженность выполнением системных функций, а также загруженность выполнением текущих заданий);

– интенсивность обмена между оперативной и дисковой памятью (λ_{i1});

– интенсивность межкомпьютерного обмена (λ_{i2});

– количество выполняемых процессов в единицу времени (n_i);

– объем свободной памяти (V_{iCB}).

Межкомпьютерный обмен базируется на очередности обслуживания различного вида запросов. Существует возможность реализации нескольких вариантов обслуживания запросов на передачу / прием информации и запросов обработки данных (алгоритмы обработки данных, сортировки, вычисления по заданным параметрам, структурирование баз для дальнейшего хранения и использования):

- параллельная обработка запросов на передачу / прием информации, параллельная обработка запросов на обработку данных;

- параллельная обработка запросов на передачу / прием информации, последовательная обработка запросов на обработку данных;

- последовательная обработка запросов на передачу / прием информации, параллельная обработка запросов на обработку данных;

- последовательная обработка запросов на передачу / прием информации, последовательная обработка запросов на обработку данных.

- обработка по требованию (в данном случае очередность обработки запросов выстраивается в зависимости от текущей потребности в данных, задается по средствам системы поддержки принятия решений).

Для разработки модели обработки запросов с точки зрения оптимизации загруженности компонентов компьютерных систем, необходимо рассмотреть систему ограничений, описывающую параметры системы. Максимальная эффективность работы одной вычислительной единицы может быть ограничена следующими параметрами:

- заданная оптимальная загруженность процессора;
- максимальное количество выполняемых одновременно процессов;
- максимальная интенсивность обмена данными между процессором и памятью;
- минимальное количество свободной памяти;
- предельная интенсивность межкомпьютерного обмена.

Данные ограничения характеризуют основные критерии загрузки одной вычислительной единицы,

что входит в состав системы распределенной обработки данных (рис. 1).

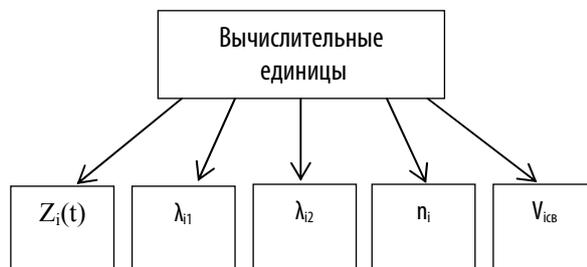


Рисунок 1 – Показатели загруженности вычислительных единиц

Так как система обработки массивов информации состоит из нескольких распределенных вычислительных единиц, необходимо введение нового ограничивающего фактора – количества задействованных вычислительных единиц. Таким образом, благодаря возможности распределения ролей между вычислительными единицами можно увеличить скорость обработки информации.

На основании вышеизложенного, предлагается функциональная схема минимизации временной сложности обработки информации в многокритериальных системах с использованием системы распределения ролей между вычислительными единицами, представленная на рис. 2.



Рисунок 2 – Функциональная схема минимизации временной сложности обработки информации в многокритериальных системах с использованием системы распределения ролей между вычислительными единицами

Функциональную схему, представленную на рис. 2, можно разделить на несколько частей, которые рассматриваются ниже.

1. Обработка поступающих данных, предполагающая обработку системой запросов на прием / пере-

дачу данных, запросов на обработку данных (выборка, арифметическая и статистическая обработка данных), корректировку (введение специальных, частных правил для работы системы в конкретной ситуации).

2. Распределение ролей, что включает в себя систему поддержки принятия решений (позволяет внести дополнительные правила обработки поступающей информации, с участием человека, для получения необходимой последовательности результатов) и систему позволяющую равномерно загружать вычислительные единицы в зависимости от текущего задания;

3. Вычислительные единицы, представляющие собой компьютерные системы, загруженность которых может быть охарактеризована согласно схемы, представленной на рис. 1.

Данная функциональная схема показывает принципиальные зависимости верхнего уровня для системы минимизации временной сложности в многокритериальных системах обработки информации. В систему могут поступать три разновидности сигнала: два управляющих и один корректирующий. Под управляющими сигналами подразумеваются запросы на прием / передачу данных и запрос на обработку данных, которые подаются в систему поддержки принятия решений. По каналу корректировки поступают задания на очередность действий в системе, что является рациональным, в случае частной высокой загруженности системы, для минимизации времени обслуживания отдельного вида задания / запроса. СППР позволяет выделить основные правила и алгоритмы для обработки того или иного вида задания / запроса, определяет необходимый минимум ресурсов для выполнения задания / запроса. После передачи необходимых данных на уровень системы распределения ролей задания распределяются с учетом требований сформированных в СППР и текущей загруженности вычислительных единиц. Далее происходит непосредственная обработка информации на одной или нескольких вычислительных единицах. Среди основных особенностей данной системы следует отметить возможность реализации механизма прерываний для выделения ресурсов под первоочередную задачу.

Представленная функциональная схема показывает внутрисистемные зависимости показателей загруженности системы отдельных вычислительных мощностей. Системы построенные с использованием технологии распределения ролей на основе концепции поддержки принятия решения позволяют минимизировать временную сложность обработки данных в многокритериальных системах.

Преимуществами предложенного подхода является:

- физическое размещение информации децентрализовано;
- алгоритмы системы могут позволить максимально быстро вносить информацию вне зависимости от ее объемов и типа;
- обработка информации происходит быстрее благодаря адаптивности системы;
- внедренная система поддержки принятия решения позволяет пользователю участвовать в работе системы и корректировать алгоритмы ее работы.

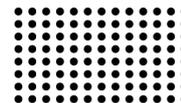
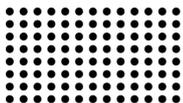
В плане реализации предложенного подхода необходима разработка модели и алгоритма распределения ролей между вычислительными единицами в системах распределенной обработки информации. С учетом реализации адаптивности системы, решение этой задачи может лежать в русле применения аппарата распознавания образов. В этом случае, состояние системы (структуры запросов, а также текущая загруженность вычислительных единиц) представляется в форме некоторой совокупности апостериорных сведений, которые формируют некоторое множество образов $\{P\}$. При этом, следует отметить, все образы множества $\{P\}$ имеют различную природу проявления и формируются по различным информационным каналам. Таким образом, для решения задачи распределения ролей возможно применение комбинированной системы распознавания образов [9].

ВЫВОДЫ

1. В статье рассмотрены основные аспекты, влияющие на быстродействие систем обработки массивов информации, выделены факторы ограничивающие, быстродействие одной вычислительной единицы, входящей в систему распределенной обработки данных.

2. Предложено применение гибридной системы обработки запросов, включающей систему поддержки принятия решения. Именно использование эвристических способностей человека позволит увеличить эффективность многопоточных систем обработки информации за счет введения элемента переменного приоритета.

3. Выделены факторы, оказывающие влияние на загруженность единичных мощностей в составе систем обработки массивов информации.



4. Предложена функциональная схема минимизации временной сложности обработки информации в многокритериальных системах с использованием системы распределения ролей между вычислительными единицами.

5. Для алгоритмической реализации процесса распределения ролей предложено применение аппарата комбинированных систем распознавания образов.

6. В плане дальнейших исследований является необходимым:

- создание модели поведения системы поддержки принятия решения в отношении распределения

ролей частей распределенной системы обработки информации;

- создание математической модели поведения системы обработки массивов информации;

- определение средств и критериев минимизации временных сложностей в системах обработки массивов информации.

Сферой применения рассмотренных систем являются любые учреждения, имеющие дело с обработкой большого количества информации в режиме реального времени, либо требующие высокого уровня оперативности такой обработки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Metodi ta tehnologija administruvannja resursiv rozpodilenoj servisnoj informacijnoj sistemi: dis. kand. tekhn. nauk: 05.13.06 [Tekst] / O.S. Golubev. – Kharkiv: Khark. nac. un-t radioelektroniki – 2008. – 134s.
2. MacKenzie C.M. OASIS Reference Model for Service Oriented Architecture. Ver. 1.0 [Text] / C.M. MacKenzie, K. Laskey, F. McCabe, etc. – Burlington: OASIS. – 2006. – 31 p.
3. Gorbenko A.V. Metodika minimizacii vremeni obsluzhivannja servis-orientirovannykh sistem [Ehlektronnyj resurs] / A.V. Gorbenko, O.M. Tarasjuk. – Khar'kov: Nacional'nyj aehrokosmicheskij universitet im. N.E. Zhukovskogo «Khar'kovskij aviacionnyj institut – Rezhim dostupa k resursu: http://scienclit.net/view/Article/200/Service_time_minimization_technique_for_service-oriented_systems.html
4. Bocharnikov V.P. Fuzzy-tehnologija: Matematicheskie osnovy. Praktika modelirovanija v ehkonomike [Tekst] / V. P. Bocharnikov. – Sankt-Peterburg: «Nauka» RAN. – 2001. – 328 s.
5. Subbotin S.O. Podannja jj obrobka znan' u sistemakh shtuchnogo intelektu ta pidtrimki priijnjattja rishen' [Tekst] / S. O. Subbotin. – Zaporizhzhja: ZNTU. – 2008. – 341 s.
6. Konnolli T. Bazy dannykh: proektirovanie, realizacija i soprovozhdenie. Teorija i praktika [Tekst] / T. Konnolli, K. Begg, A. Strachan. – M.: Izdatel'skij dom "Vil'jams", 2000. – 1120 s.: il.
7. Chaudkhari S. Metody optimizacii zaprosov v reljacionnykh sistemakh [Tekst] / S.Chaudkhari // Sistemy upravlenija bazami dannykh. – 1998. – № 3(98). – S. 22-36.
8. Rudenko D.A. Modifikacija ogranicenij na vedenie dannykh dlja obespechenija celostnosti krupnomasshtabnykh informacionnykh sistem [Tekst] / D.A.Rudenko, S.S.Tanjanskij, V.V.Tulupov // Vestnik NTU "KhPI" Sb. nauch. trudov. Tematicheskij vypusk: Informatika i modelirovanie. – Kh.: NTU "KhPI", 2006. – № 23. – S. 137-144.
9. Zakhzhaj O.I. Informacijna tehnologija rozpiznavannja obraziv v zadachakh avtomatizovanoi obrobki informacii jj upravlinnja skladnimi sistemami [Tekst] / O.I. Zakhzhaj // Problemi informacijnikh tehnologij. – 2013. – № 01 (013). – S. 61-68.