



М.В. Андреев

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ MES-СИСТЕМ ДЛЯ КРУПНЫХ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ВЫСОКОЙ ДИНАМИКОЙ ИЗМЕНЕНИЯ НОМЕНКЛАТУРЫ ИЗДЕЛИЙ

(ООО «Открытый код»)

Среди множества автоматизированных систем машиностроительных предприятий выделяют особый класс – MES-системы [1]. Необходимость производства конкурентоспособных изделий требует от предприятия осваивать и использовать новейшие технологии, благодаря которым становится возможно гибко реагировать на современную конъюнктуру рынка. Среди таких технологий можно назвать мультиагентный подход, зарекомендовавший себя в различных областях – планирования транспортной и морской логистики, цепочек поставок и дискретного производства [2, 3, 4]. Однако, на ранних этапах внедрения систем, построенных на данных принципах, часто поднимается вопрос производительности, который становится существенными при запуске в опытную эксплуатацию. Вместе с этим, в IT индустрии наблюдается быстрый рост количества высоконагруженных проектов, которые основываются на использовании принципов распределенности и облачных вычислений [5], что позволяет рассматривать и говорить о развертывании мультиагентных MES-систем в таких окружениях.

Отдельное ядро много-процессорной системы (для простоты понимания без разделения на удаленные и локальные – на разных серверах или внутри одного соответственно), с установленной на него и работающим компонентом мультиагентной системы будем называть вычислительным ядром.

Одним из наиболее общих критериев для разделения на вычислительные ядра является уже сложившаяся структура предприятия. В этом случае выделяют горизонтальное – между смежными подразделениями (цеха, участки, смены) и вертикальное взаимодействие (между цехом и предприятием, участком и цехом и т.п.) [6]. В случае горизонтального разделения для каждого такого подразделения выделяют отдельное вычислительное ядро, обеспечивающее функционирование соответствующей виртуальной площадки [7]. При вертикальном взаимодействии подразделение, находящееся выше по иерархии, оперирует, как правило, укрупненными данными, что является следствием ограниченной производительности соответствующего вычислительного ядра. В этом смысле решение задачи взаимодействия вычислительных ядер для разно-уровневых подразделений переходит в область согласования общих терминов и их измерений – интеграции онтологий подразделений. Примером может служить согласование сроков выполнений пакета заказов (которые в свою очередь должны быть объемно запланированы с учетом производственных мощностей предприятия в



целом), сроков поставок материалов с конкретными технологическими операциями по изготовлению ДСЕ из этих материалов в цехах и участках.

Кроме интеграции онтологий по терминам возникает и проблема увязывания критериев. Для примера можно привести «месячную выработку в часах» рабочим. С точки зрения вышестоящего подразделения повышение месячной выработки в часах рабочего – положительная тенденция, так как при фиксированном окладе рабочий делает все больше и больше. С другой стороны, если рабочий покажет слишком большое повышение, то на это обратят внимания не только с точки зрения премии, но и корректности установленных норм на выполненные работы.

Кроме рассмотренного выше деления на стратегический и оперативный уровни планирования рассмотрим и другие, дающие возможность форсировать скорость работы автоматизированной системы.

Среди всех операций расписания можно выделить три множества операций, обладающие различной динамикой перемещения в расписании: выполненные операции - перемещения нет; планируемые на исполнение в ближайшее время (горизонт исполнения) – динамика крайне высокая; план - динамика снижается по мере отдаления от горизонта исполнения. Для каждой из такой зон может выделяться вычислительное ядро. Вместе с этим данное разделение может быть недостаточным. В качестве дополнительного критерия для выделения отдельного ядра может служить дискретное деление горизонтов (например, каждая неделя/месяц - отдельное ядро) а так же группы похожих производственных ресурсов (например, рабочие одной и той же специальности).

Вместе с задачей разделения монолитной пусть и мультиагентной системы на распределенные компоненты – вычислительные ядра, должна ставиться и задача утилизации данных ядер, так как это прямым образом влияет как на стоимость разрабатываемых автоматизированных систем, так и на стоимость их обслуживания. В частности, это становится актуальным при использовании промышленных серверов приложений, применение которых обусловлено необходимостью высоконадежной работы системы для критически важных производств предприятия, лицензия на использование которых напрямую зависит от количества задействованных ядер, что уже на этапе внедрения в подразделении может достигать значительной стоимости даже для предприятия в целом. Как правило, при внедрении крупных автоматизированных систем составляется план на несколько лет вперед по расширению как программного, так и аппаратного обеспечения, включающего и план по лицензиям.

Заложенные в архитектуру MES-системы принципы прямым образом влияют на производительность ее работы, что в свою очередь оказывает влияние как на качество принимаемых управленческих решений, так и на сами бизнес-процессы предприятия. В ситуации, когда автоматизированная система будет неторопливо давать ответы, то и сами бизнес-процессы будут работать в том же темпе. В этом смысле особенности разработанной автоматизированной системы становятся особенностями работающего с ней предприятия или его подразделения. Именно необходимость работы в режимах реального времени



при принятии решений в условиях широких изменяющихся спектрах номенклатуры производимых наукоемких изделий и большой динамики спроса на них диктует переход от централизованной системы к распределенной как виртуально – внутри одного сервера, так и физически между удаленными серверами, вычислительными ядрами.

Литература

1. Фролов Е.Б., Загидуллин Р.Р. Оперативно-календарное планирование и диспетчирование в MES-системах. Станочный парк, 2008, №11(56), с.22 – 27
2. Андреев В.В., Андреев М.В., Батищев С.В., Искварина М.В., Скобелев П.О. Мультиагентный конструктор и планировщик транспортных сетей. // Труды VI-ой международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара: СНЦ РАН, 2004. – с. 254 – 259
3. Andreev M.V., Skobelev P.O., Shveykin P.K., Tsarev A.V., Tugashev A.A. Adaptive Planning for Supply Chain Networks. // 3rd International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems September 3 - 5, 2007, Regensburg, Germany. – pp. 215 – 224
4. Иващенко А.В., Андреев М.В. Адаптивное управление планом мелко-серийного производства на промышленном предприятии // Системы управления и информационные технологии, 2008, №3 (33) – с. 62 – 66
5. <http://www.insight-it.ru/highload/>
6. Иващенко А.В., Карсаев О.В., Скобелев П.О., Царев А.В., Юсупов Р.М. Мультиагентные технологии для разработки сетевых систем управления / Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – с. 11 – 23
7. Иващенко А.В. Управление взаимодействием персонала предприятия в многоакторной интегрированной информационной среде / Программные продукты и системы, 2012. – № 3. – с. 18 – 22