

Распространение информации в распределенной вычислительной сети

Лопаткин Р.Ю., Иващенко В.А.

Институт прикладной физики НАН Украины, ул. Петропавловская, 58, Сумы, Украина

rlopatkin@gmail.com, va.ivashchenko@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлено исследование различных вариантов распространения информации в мультиагентной вычислительной сети. С помощью имитационного моделирования исследованы различные алгоритмы поведения агентов для распространения пакета информации и проведен их сравнительный анализ. При сравнении в качестве критериев эффективности алгоритма использовались такие характеристики как скорость распространения информации, затраты ресурсов и загрузка каналов.

Ключевые слова

Мультиагентная система, распределенная вычислительная сеть, алгоритмы взаимодействия агентов, распространение информации.

1 Введение

Не секрет, что применение распределенных вычислительных сетей [1] позволяет достаточно эффективно использовать компьютерные ресурсы. Но пространственное распределение системы ставит новые задачи корректной её эксплуатации. Одной из таких актуальных задач является быстрое и надежное распространение информации между элементами сети. Интерес к подобной проблематике ученые проявляют достаточно давно [2-4] и это связано с прикладными аспектами теории слухов, механизмов и динамики их распространения.

Мы рассматривали агентную вычислительную сеть (АВС) и исследовали распространение и установку в ней обновления программного кода (далее Обновление), как некоторого пакета информации определенного объема. Понятно, что этот процесс должен быть максимально автоматизирован для повышения масштабируемости и удобства эксплуатации АВС. С другой стороны, немаловажно общее время, необходимое для распространения Обновлений и нагрузка на систему при этом (как в целом так и на отдельные ее компоненты). Естественно, что эти характеристики напрямую зависят не только от аппаратного обеспечения, но и от алгоритмов, положенных в основу существования системы.

В данной работе предложен и с помощью имитационного моделирования исследован алгоритм «лавинообразного» распространения Обновлений в распределенной АВС. Проведен сравнительный анализ алгоритмов распространения Обновлений и аналитически получены оценки времени необходимого для распространения Обновления при использовании разных алгоритмов.

2 Теория

2.1 Модель

Рассмотрим АВС, состоящую из N_0 агентов, которые могут обмениваться сообщениями друг с другом и в зависимости от заложенных в них алгоритмов могут принимать соответствующие решения, как индивидуальные, так и коллективные. Перед администратором АВС стоит задача провести обновление программного кода всех агентов АВС, для чего он будет использовать специальный инструментарий, предоставляемый ему АВС.

Выделенный или любой из агентов (назовем его инициатором Обновления) в определенный момент существования АВС может получить от администратора Обновление размером m_u , которое необходимо

распространить среди всех агентов ABC. Нам будет интересовать полное время T , которое считается с момента получения Обновления инициатором до момента получения Обновления последним агентом ABC.

2.2 Последовательный алгоритм

Самый простой алгоритм состоит в том, что агент, получивший от администратора Обновление, по очереди пытается передать его всем остальным агентам системы. Обращаясь к очередному агенту, инициатор обновления узнает у того о наличии Обновления и в случае отсутствия такового передает это Обновление.

Очевидно, что в таком случае время T , необходимое для распространения обновления по всей системе будет прямопропорционально количеству агентов в системе N_0 :

$$T = (\tau_u + \tau_s)N_0, \quad (1)$$

где τ_u - время передачи Обновления, а τ_s - время на переговоры агентов перед передачей Обновления. Стоит отметить, что это выражение справедливо для случая, когда сообщения агентов передаются по одинаковым каналам связи (с одинаковой пропускной способностью и временем задержки передачи сообщений) и источником распространения является один агент – только он получил Обновление от администратора.

Понятно, что такой алгоритм можно отнести к «медленным», а его эффективность сильно падает с числом агентов в системе. В реальных системах, имеющих десятки тысяч агентов Обновление будет происходить недопустимо долго.

2.3 Лавинообразный алгоритм

Рассмотрим алгоритм, который позволит лавинообразно производить распространение Обновления в системе. Он основан на том, что когда агент получает Обновление от другого агента, переходит в активное состояние, становится инициатором и тоже начинает распространять обновление по системе. Далее будем называть агента активным если он находится в активном состоянии и распространяет обновления другим агентам. Этот процесс продолжается до тех пор, пока все агенты системы не получают обновление.

Для начала рассмотрим идеальную систему – когда все каналы связи одинаковые: $W = W_{ij}$. Тогда можно говорить о некоторых временных шагах распространения Обновления. На нулевом шаге первый агент получает от администратора Обновление. На первом шаге этот агент передает Обновление другому агенту и активных агентов становится двое. На втором шаге первый и второй агент передают обновления третьему и четвертому.

Как можно заметить, после n -го шага количество агентов получивших обновление будет равняться 2^n . При величине Обновления m_u и одинаковых каналах связи W , время, затрачиваемое на передачу обновления от одного агента другому равно:

$$\tau_u = \frac{m_u}{W}. \quad (2)$$

Причем, поскольку передача обновлений происходит одновременно, время одного шага обновления τ также равно τ_u .

Поскольку к n -у шагу обновление будет у $N_n = 2^n$ агентов, то $n = \log_2 N_n$ – количество шагов, необходимых для распространения Обновления по всей системе. Если не учитывать трафик по передаче служебной информации, то время необходимое на обновление всей системы можно выразить как:

$$T_n = n\tau_u = \frac{m_u}{W} \log_2 N_n. \quad (3)$$

Эту аналитическую зависимость подтверждают результаты имитационного моделирования обновления рассматриваемой «идеальной» системы по предложенному алгоритму (Рис 1, а).

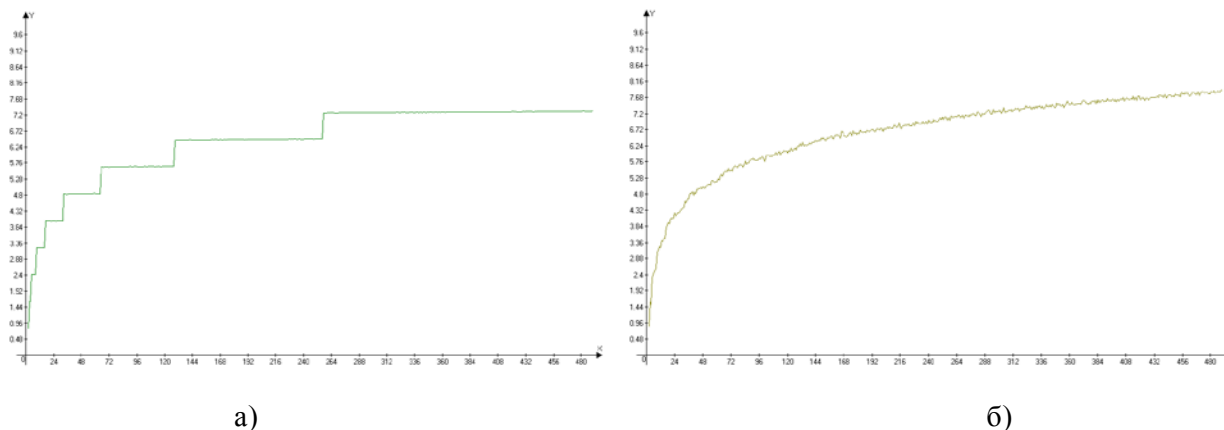


Рис. 1. Зависимость времени распространения информации по всей системе от полного числа агентов: а) в случае равных каналов связи между агентами, б) в случае разных каналов связи между агентами.

Внесем уточнение в рассматриваемую нами модель. В реальном мире очень тяжело добиться условия $W = W_{ij}$ - одинаковой пропускной способности всех каналов связи. Теперь будем считать, что это условие не выполняется.

Такое уточнение приводит к размытию границ между шагами, которые наблюдались в идеальной системе. Вне зависимости от распределения каналов связи по пропускной способности мы всегда можем получить усредненное значение времени передачи $\langle \tau \rangle$. Тогда не трудно оценить количество агентов, получивших Обновление в зависимости от времени:

$$N(t) = N_1 2^{\frac{t}{\langle \tau \rangle}}, \text{ причем } N_1 = 1. \quad (4)$$

Здесь показатель степени фактически показывает количество средних шагов. В результате имитационного моделирования был получен усредненный график зависимости времени обновления системы от количества агентов (Рис 1., б). Усреднение проводилось по 30 реализациям имитационной модели. Эмпирическим путем было установлено, что дальнейшее увеличение числа реализаций бессмысленно.

3 Выводы

В работе исследовались алгоритмы распространения обновления программного кода по агентной вычислительной сети. Показано аналитически, что использование «лавинообразного» алгоритма дает значительное ускорение процесса распространения обновлений по сравнению с последовательным алгоритмом.

Неограниченный рост числа агентов в системе приводит к «медленному» логарифмическому росту времени полного Обновления. В результате имитационного моделирования системы получены зависимости, подтверждающие аналитические.

4 Благодарность

Авторы должны поблагодарить Дмитрия О.Харченко (Теоретический отдел, Институт прикладной физики НАН Украины (Сумы, Украина) за плодотворное обсуждение результатов моделирования.

Литература

- [1] Р.Ю. Лопаткин. Архитектура распределенной системы для мультиагентного моделирования / Р.Ю. Лопаткин, В.В. Куприенко, В.А. Иващенко, Р.Л. Пелепей, С.Н. Игнатенко // Моделювання та інформаційні технології, т.2. - Київ, 2010. - с.93-98.
- [2] Механизмы распространения информации в телекоммуникационных сетях и их использование в электронном PR / А.С. Минзов, К.А. Шумилкина // Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании» – 2009. – №3.
- [3] Данич, В. Н. Моделирование и управление лавинообразными социально-экономическими процессами / В. Н. Данич // Модели управления в рыночной экономике. - Донецк : ДонНУ, 2003. Т. 1.
- [4] Осипов, Г.В. Слухи в обществе: их источники и динамика / Элитариум — Центр дистанционного образования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.advertology.ru/article35898.htm>.