

Групповое управление роботизированной WEB-камерой в системе реального времени

Чумакова А.С.; Чумаков О.А.; Кожевников М.М.

Кафедра СУ, ФИТУ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

e-mail: olegchumakov@bsuir.by

Аннотация — Разработана модель системы обслуживания запросов от пользователей в режиме реального времени с использованием распараллеливания процесса обработки запросов. Проведены исследования эффективности работы полученной модели, которые показали, что разработанный алгоритм обеспечивает одновременную обработку до 100 запросов пользователей, что является достаточным для эффективного функционирования рассматриваемой системы.

Ключевые слова: робот, Web-камера, телеуправление, групповое управление, система обслуживания запросов

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время дистанционно управляемые роботы являются областью активных исследований. Это вызвано тем, что развитие новых технологий обуславливает возможность применения роботов в широком диапазоне задач, в которых требуется дистанционное присутствие оператора-эксперта. К их числу относятся применение роботов в местах экологических и техногенных катастроф, для исследования и обезвреживания подозрительных предметов в местах массового скопления людей, использование дистанционно-управляемых объектов для военных применений, использование роботов для сборки космических конструкций.

Особый интерес представляют роботизированные камеры. Web-камеры – это камеры, установленные в любом месте и доступные посредством Интернета на сайте. Роботизированная камера может управляться пользователями в on-line режиме. Однако при этом возникает проблема эффективного управления такой роботизированной камерой. Традиционно в данном случае создается очередь пользователей, т.е. клиент получает доступ к Web-камере на фиксированный промежуток времени. Очевидно, что такое решение не является оптимальным, так как клиент не обладает информацией о своей очереди, а также, в виду возможно большого количества пользователей, не всегда дожидается просмотра желаемого объекта. Поэтому был разработан другой альтернативный подход управления Web-камерой, лишенный таких недостатков – «Sharecam» [1], когда пользователи получают неограниченный доступ к роботизированной Web-камере, а система усредняет пользовательские запросы в один оптимальный.

II. АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РЕАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ВРЕМЕНИ

Сущность задачи группового управления заключается в одновременном контроле Web-камеры несколькими пользователями, команды которых комбинируются в одну. Исходные данные представлены в виде координат границ области поиска и координат точек пользовательских запросов, определяются координаты прямоугольника

максимально удовлетворяющего всем запросам пользователей.

Для решения данной задачи Goldberg и Chong [1] рассмотрели модель, основанную на текущих запросах пользователей. В данном случае требовалось найти оптимальное решение, основываясь только на текущих пользовательских запросах. Однако, очевидно, что при таком подходе удовлетворяются не все запросы пользователей, поэтому была рассмотрена другая модель, основанная на истории пользовательских запросов, происходящих в течение нескольких циклов (временная модель).

Для решения данной задачи рассматриваемую систему представили как однолинейную систему массового обслуживания, в которой запросы покидают очередь, не дождавшись обслуживания.

На однолинейную систему массового обслуживания в случайные моменты времени τ_1, τ_2, \dots поступают запросы. Интервалы времени между моментами поступления запросов $x_1 = \tau_1, x_2 = \tau_2 - \tau_1, \dots$ удовлетворяют показательной функции распределения

$$A(x_n) = 1 - e^{-\lambda x_n} \quad (1)$$

Если в момент поступления запроса обслуживающая система занята, то он занимает место в бесконечной очереди, ожидая обслуживания. Дисциплина обслуживания, определяющая правило выбора запроса из очереди после освобождения системы, выбирается произвольно, кроме дисциплин, предполагающих прерывание обслуживания с последующим дообслуживанием или без него, так как случайные процессы числа требований в системе для таких дисциплин будут стохастически эквивалентны. Поступающие в систему запросы "нетерпеливы" и ожидают в очереди обслуживания лишь ограниченное время. Если в течение всего времени ожидания в очереди находился только один запрос, то его время ожидания z_n также удовлетворяет показательному закону распределения:

$$C(z_n) = 1 - e^{-\nu z_n} \quad (2)$$

В случае, если в очереди находится несколько запросов, то интенсивность ухода снижается пропорционально числу запросов в очереди так, что суммарная интенсивность ухода всегда остается постоянной. То есть через промежутки времени ω_n , которые удовлетворяют распределению (1), один запрос покидает систему, не дождавшись обслуживания, то есть теряется.

Ситуации, когда образуются очереди запросов на обслуживание, возникают следующим образом. Поступив в обслуживающую систему, запрос присоединяется к очереди других (ранее поступивших) запросов. Канал обслуживания выбирает запрос из находящихся в очереди, с тем, чтобы приступить к его обслуживанию. После завершения процедуры обслуживания очередного запроса канал обслуживания

приступает к обслуживанию следующего запроса, если таковой имеется в блоке ожидания.

Цикл функционирования системы массового обслуживания повторяется многократно в течение всего периода работы обслуживающей системы. При этом предполагается, что переход системы на обслуживание очередного запроса после завершения обслуживания предыдущего запроса происходит мгновенно в случайные моменты времени. А поскольку рассматриваемая система – это Интернет-система, то интенсивность поступления запросов пользователей зависит от времени суток.

Для рассматриваемого типа систем были проведены исследования эффективности разрабатываемых алгоритмов. Расположение и размеры запросов пользователей в ходе выполнения 100 опытов генерировались случайным образом. Исследования показали, что первый алгоритм не является эффективным по показателю качества, поэтому для дальнейшего моделирования используются результаты второго и третьего алгоритмов. Gjnshjtyust графики наглядно показывают, что если в системе 50 пользователей, то второй алгоритм выполняется в течение примерно 4 с, а третий алгоритм выполняется в течение примерно 1,6 с, что не удовлетворяет поставленной задаче в 0,5 с. Таким образом, можно заключить, что данный подход эффективен только для случаев, когда в системе находятся не более 35 пользователей.

Согласно статистике поступления запросов от пользователей и результатам исследования эффективности работы разрабатываемых алгоритмов для выполнения поставленных задач требуется распараллеливание процесса обработки запросов пользователей в несколько потоков. В системах массового обслуживания это достигается моделированием многоканальной обслуживающей системы, в которой структура определяется количеством и взаимным расположением каналов обслуживания (механизмов, приборов и т. п.).

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАПРОСОВ ОТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Разрабатываемая система группового управления роботизированной системы дистанционного наблюдения включает камеру и два сервера, которые взаимодействуют с пользователями через Интернет: пользовательские запросы сохраняются и оптимизируются на Sharecam сервере и посылаются на камеру; на Video сервер передается изображение, отправляемое удаленным пользователям. Зная физические характеристики Sharecam сервера (процессор AMD K7 950Mhz, память 1.2Gb, 100Mbs), Video сервера (процессор AMD K7 950Mhz, память 640MB, 100Mbs), Web-камеры (модель VC-C3, RS232C, 14,400bps, 380 000 CCD), время обслуживания запросов на ShareCam сервере и время, затрачиваемое на калибровку Web-камеры [2], можно оценить время обслуживания запроса на каждом приборе.

Эффективность предложенной модели рассмотрена в программных средах GPSS и MatLab. Построен график зависимости времени выполнения алгоритма в нескольких вычислительных потоках от интенсивности поступления запросов пользователей. Из графика видно, что система с многоканальным устройством работоспособна при любой интенсивности поступления запросов от пользователей. Следовательно,

интенсивность поступления запросов пользователей не оказывает влияния на общую производительность системы. Зависимость времени выполнения алгоритма в нескольких вычислительных потоках от количества запросов пользователей показывает, что распараллеливание процесса обработки запросов пользователей в несколько вычислительных потоков эффективно для случаев, когда в системе находятся не более 100 пользователей. Однако согласно анализу интенсивности поступления запросов пользователей данный подход является эффективным для любого состояния системы.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ интенсивности поступления запросов от пользователей в режиме реального времени. Проведено экспериментальное исследование эффективности разрабатываемых алгоритмов. Получены графики зависимости времени выполнения алгоритма от количества пользователей. Показано, что при небольшом количестве пользователей наиболее эффективны алгоритм поиска оптимального решения по сетке запросов пользователей и алгоритм, осуществляющий поиск по сетке пользовательских запросов с постоянной регулировкой уровня zoom. По времени выполнения наиболее эффективен алгоритм поиска оптимального решения по сетке, однако по показателю качества видно, что такое решение не является оптимальным. Учитывая время выполнения и соответствующие данные показателей качества разработанных алгоритмов принято, что наиболее эффективным алгоритмом поиска оптимального решения является алгоритм, осуществляющий поиск по сетке пользовательских запросов с постоянной регулировкой уровня zoom. Согласно статистике поступления запросов от пользователей и результатам исследования эффективности работы разрабатываемых алгоритмов для выполнения поставленных задач смоделирована система группового управления с применением многоканального устройства. Проведены исследования эффективности работы системы. Выявлено, что интенсивность поступления запросов не оказывает влияния на общую производительность системы и распараллеливание процесса обработки запросов пользователей в несколько вычислительных потоков эффективно для случаев, когда в системе находятся не более 100 пользователей, что является достаточным для нормального функционирования системы. Полученные данные будут использованы в дальнейшем для разработок алгоритмов оптимизации.

[1] Goldberg K., Song D., Levandowski A. Collaborative Teleoperation using Networked Spatial Dynamic Voting. // In Proc. Proceedings of the IEEE, Special issue on Networked Robots, vol. 91, No. 3, March 2003, p. 430 – 439.

[2] Song D., Qin N., Goldberg K. A minimum variance calibration algorithm for pan-tilt robotic cameras in natural environments // Proc. Of the International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 2006. Orlando, USA – 2006. – p. 35–49.