

11. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

11.1. НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КЭШ-РЕЙТИНГА ОБЪЕКТОВ В ПОДСИСТЕМАХ КЭШИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кумаритов А.М., д.т.н., проф., зав. кафедрой
информационных систем в экономике;
Кудухов А.Н., ассистент кафедры
информационных систем в экономике

*Северо-Кавказский горно-металлургический
институт (государственный технологический
университет), г. Владикавказ*

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

Разработан новый метод вычисления кэш-рейтинга объекта, основанный на нейронной сети, учитывающая временную локальность объекта, количество обращения и время загрузки из базы данных в кэш-память.

Информационные системы промышленных предприятий – это сложный комплекс взаимосвязанных компонентов, которые накапливают, обрабатывают и анализируют огромное количество разнородной технологической информации, создаваемой системами управления [2, с. 246]. Данные этих систем являются критически важными не только для непосредственно управления производственными процессами, но и представляют собой необходимую базу для проведения анализа эффективности, расчета ключевых показателей производительности, определения узких производственных мест и решения других задач, требующих использования всего доступного объема производственной информации. Таким образом, промышленные предприятия – это область больших данных (*Big Data*), где накапливаются и обрабатываются большие массивы данных.

В процессе обработки массивов данных всегда возникает проблема обеспечения производительности информационных систем. Современные задачи крупных промышленных предприятий, связанные с хранением и обработкой данных, предъявляют особые требования к вычислительным ресурсам. Критичные для промышленных предприятий информационные системы требуют высокого уровня быстродействия, надежности и масштабируемости. Поскольку информационная система работает с базами данных, размер которых значительно превышает объем доступной оперативной памяти, что приводит к невозможности поместить всю информацию из базы данных в оперативную память, то большая часть информационных объектов во время работы системы будет оставаться на внешних носителях, что сводит производительность системы к минимуму. Практически единственным эффективным способом уменьшения количества обращений к внешним носителям является механизм буферизации данных в оперативной памяти, т.е. кэширование данных.

Кэширование – это универсального средства, позволяющего ускорить обработку и предоставление данных конечным пользователям. Основной задачей системы кэширования является увеличение производительности вычислительных систем, решение которой достигается путем использования специального хранилища с повышенной скоростью доступа к хранимым в ней данным [1, с. 227]. Следовательно, использование кэширования в информационных системах может дать следующие преимущества:

- увеличение производительности серверов, функционирующих в рамках информационной системы, так как кэш-система будет выполнять часть запросов, в результате сервер будет обслуживать большее число запросов в единицу времени;
- уменьшение среднего значения времени ожидания пользователем запрошенных данных;
- уменьшение нагрузки на локальные и глобальные сети за счет применения кэширования на локальных уровнях.

Основной интеллект алгоритма кэширования заключается в стратегии замещения объекта в кэш-памяти.

Алгоритм замещения объектов в кэш-памяти является ключевым составляющим любой системы кэширования. Данный алгоритм определяет, какой объект удалить из кэш-памяти в случае ее переполнения, используя набор определенных правил стратегии замещения. Стратегия замещения – это формализованное представление правил, определяющих объект, наименее полезный для хранения в кэш-памяти [6, 8].

Рассмотрим стандартный алгоритм кэширования данных (рис. 1) [1, с. 228].

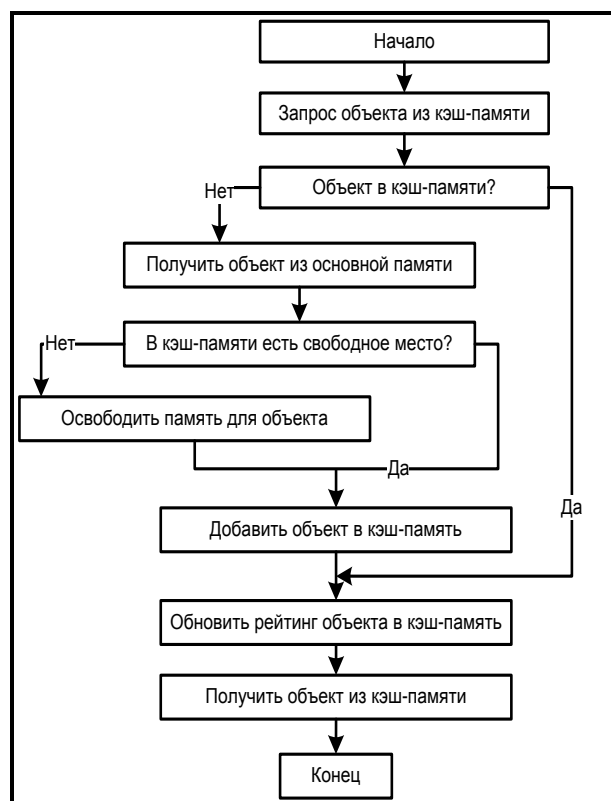


Рис. 1. Стандартный алгоритм кэширования данных

Эффективность всей системы кэширования зависит от того, насколько алгоритм замещения прогнозирует будущее состояние запросов [4, с. 455]. Интеллектуальность алгоритма определяется количеством кэш-попаданий, т.е. чем больше запросов обслуживает кэш-система, тем меньше происходит обращений в базу данных, тем производительнее информационная система.

$$\left(Q = \frac{S}{L} \right) \rightarrow 1, \tag{1}$$

где

Q – коэффициент отражающий интеллект алгоритма кэширования;

S – количество запросов за определенное время;

L – количество кэш-попаданий.

Следовательно, актуализируется задача разработки нового метода вычисление кэш-рейтинга и алгоритма замещение объектов в кэш-памяти, учитывающее будущее состояние запросов [6, с. 97].

Для достижения поставленной цели предлагается использовать следующие параметры, характеризующие объект в кэш-памяти.

1. Временная локальность, которая описывается выражением:

$$T = T_{current} - T_i, \tag{2}$$

где

T_{current} – текущее время;

T_i – определяет последнее время доступа к объекту.

2. Количество обращений, которое описывается выражением:

$$Fr = \sum i, \tag{3}$$

где **Fr** – суммарное количество обращений к объекту *i* за определенный промежуток времени.

3. Время загрузки объекта из базы данных в кэш-память, которое можно представить в следующем виде:

$$T_{load} = T_{wait}, \tag{4}$$

где

T_{wait} – время загрузки из базы данных в кэш-память.

Пусть **L** – размер кэш-памяти, а **S** – общее число объектов в кэш-памяти (**S** <= **L**). Тогда **γ** – вероятность того, что полученный запрос относится к кэш-памяти. **P_i** – вероятность того, что полученный запрос относится к объекту *i*, где $i \in [0...L]$, а **R_i** – кэш-рейтинг объекта.

Тогда вероятность обращения к объекту *i* определяется следующим образом:

$$P_i = \gamma * \frac{1}{S} * R_i, \tag{5}$$

Таким образом, вероятности **P_i** зависит также от кэш-рейтинга объекта. В идеале параметр **T** должен стремиться к **minT**, $minT \in [0...S]$, где **S** – значение, зависящее от постановки задачи; **Fr** – должен стремиться к **maxF**, $maxF \in [1...L]$, где **L** также зависит от постановки задачи; параметр **T_{load}** – должен стремиться к **maxT_{load}**, $maxT_{load} \in [1...S]$, так как чем больше времени занимает загрузка из базы данных в кэш-память, тем лучше рейтинг объекта. Таким образом, идеальный кэш-рейтинг объекта можно представить в следующем виде:

$$R = f((T \rightarrow min_T) + (Fr \rightarrow max_F) + (T_{load} \rightarrow max_{T_{load}})). \tag{6}$$

Ошибочность данной функции заключается в том, что каждый параметр вкладывает в выходное значе-

ние одинаковую пользу, т.е. если к объекту не обращались длительное время, то параметр **T** → **maxT**, и данный объект является кандидатом на замещение, даже если остальные параметры идеальны, относительно параметра **T**.

Таким образом, не все параметры должны вкладывать одинаковый коэффициент значимости в выходное значение. Каждый параметр должен определить свой коэффициент полезности.

Тогда функцию (6) представим в следующем виде:

$$R_i = f(Conv(T_i)^x + Conv(N_i)^y + Conv(T_{load})^z), \tag{7}$$

где

x, y, z – коэффициент полезности каждого параметра;

Conv() – функция нормирования в диапазоне [0,1].

Решение поставленной задачи сводится к нахождению коэффициентов функции (6), при которых кэш-рейтинг объекта, стремиться к оптимальному результату, учитывающий значимость каждого параметра:

$$[R_i = F(T, Fr, T_{load})] \rightarrow \omega, \tag{8}$$

где **ω** – наилучший результат, учитывающий коэффициент полезности каждого параметра.

Для нахождения коэффициентов полезности каждого параметра предлагается использовать двухслойную нейронную сеть прямого распространения.

Нейронная сеть – это математическая модель человеческого мозга, состоящая из многих простых вычислительных элементов (нейронов), работающих параллельно, функция которых определяется структурой сети, а вычисления производятся в самих элементах. Считается, что способность мозга к обработке информации в основном обусловлена функционированием сетей, состоящих из таких нейронов [3, 5].

Необходимость применения нейронной сети обусловлена сложностью определения коэффициентов полезности каждого параметра из-за хаотичности запросов к кэш-системе и наличие скрытых закономерностей. Структура разработанной нейронной сети представлена на рис. 2.

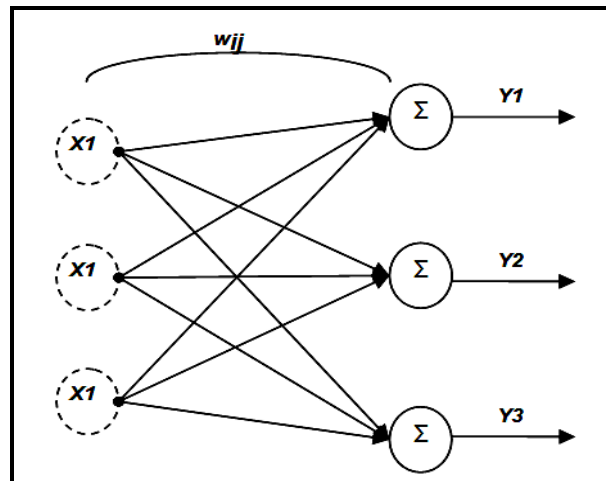


Рис. 2. Нейронная сеть для вычисления коэффициента значимости каждого параметра

Входной слой нейронной сети состоит из трех нейронов, так как кэш-рейтинг объекта характеризуется тремя параметрами $[T, Fr, T_{load}]$, выходной слой также содержит три нейрона, которые отражают результат произведенных вычислений.

Процесс обучения будет проходить по способу «обучение без учителя», так как целевая функция неизвестна. Алгоритмический процесс обучения представлен на рис. 3.

Обучив нейронную сеть определять коэффициенты полезности $(x|y|z)$ каждого параметра, вычисление кэш-рейтинга объекта сводится к применению функции (7), используя полученные значения. Нужно отметить, что объекты в кэш-памяти хранятся в виде связанного списка, что способствует уменьшению времени операции добавления и удаления объекта из кэш-памяти. Таким образом, алгоритм замещения объектов в кэш-памяти можно представить следующим образом (рис. 4).

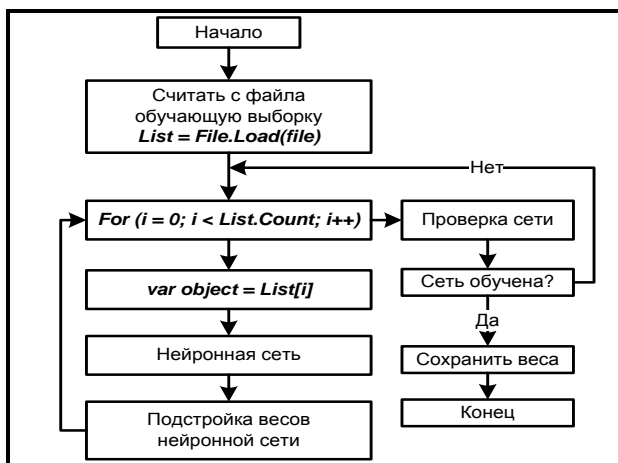


Рис. 3. Алгоритм обучение нейронной сети методом Хебба

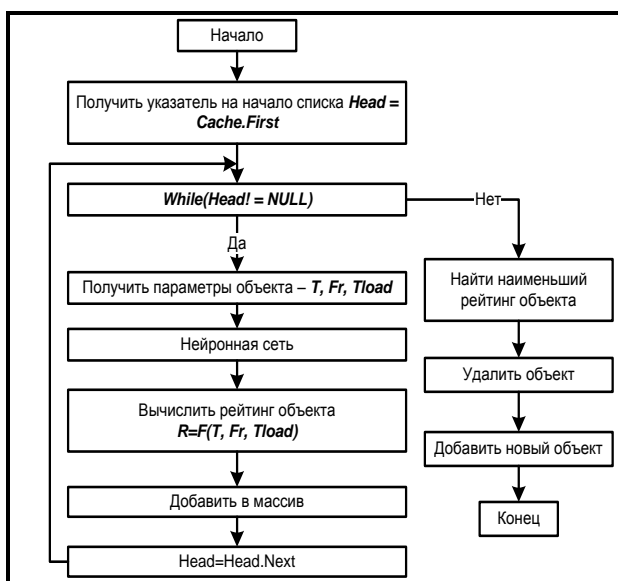


Рис. 4. Алгоритм замещения объектов в кэш-памяти на основе нейронной сети

ВЫВОД

Как было отмечено выше, кэширование является одним из основных способов увеличения производительности информационных систем управления промышленных предприятий. Основным фактором, влияющим на эффективность любой системы кэширования, является выбор алгоритма замещения объектов в кэш-памяти, так как именно она определяет множество объектов доступных пользователю информационной

системы с меньшими задержками, чем задержки доступа к объектам, получаемым из основной памяти.

Для повышения эффективности функционирования систем кэширования был разработан новый метод вычисления кэш-рейтинга объекта на основе нейронной сети, который учитывает временную локальность объекта, количество обращений к нему и время загрузки из базы данных в кэш-память. Также предложен алгоритм замещения объектов в кэш-памяти на основе приведенного в данной статье метода, обеспечивающий повышение интеллекта алгоритма кэширования.

Литература

1. Кудухов А.Н. Особенности кэширования данных в информационных системах [Текст] / А.Н. Кудухов // Наука, техника, инновации : 2014 ; сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. : 25-27 марта 2014 г., г. Брянск. – Брянск : НДМ, 2014. – С. 226-232.
2. Кумаритов А.М. и др. Разработка математической модели оценки состояния производственных фондов в интеллектуальных электроэнергетических системах с активно-адаптивной сетью [Текст] / А.М. Кумаритов, И.Э. Гаглоева, А.З. Добаев // Науч. тр. Вольного экономического общества России. – М. ; Владикавказ, 2013. – Т. 177. – С. 246-256.
3. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход [Текст] / С Рассел, П. Нордвиг. – М. : Вильямс, 2006. – 1408 с.
4. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы [Текст] / Э.С. Таненбаум. – М. : Питер, 2010. – 1115 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С Хайкин. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Aguilar J. A web proxy cache coherency and replacement approach // N. Zhong et al. (Eds.). 2001. Pp. 75-84.
7. Denning P.J. The locality principle // Communication of the ACM 48. 7. 2005.
8. Lee D. Implementation and performance evaluation of the LRFU replacement policy // Dep. of computer engineering, Seoul national university. 1996.

Ключевые слова

Кэширование; кэш-память; алгоритм замещения; кэш-рейтинг объекта; нейронная сеть; информационная систем.

Кумаритов Алан Мелитонович

Кудухов Алан Нодарович

РЕЦЕНЗИЯ

При создании высоконагруженных информационных систем промышленными предприятиями одним из способов уменьшения вычислительной нагрузки на серверы баз данных является использование механизма кэширования, который вносит элемент интеллектуальности в концепцию хранения и пересылки данных, определяя, какие информационные ресурсы будут скопированы из базы данных на периферию сети и как часто они будут обновляться.

В целях повышения эффективности функционирования систем кэширования авторами статьи разработан новый метод вычисления кэш-рейтинга объекта на основе нейронной сети, который учитывает временную локальность объекта, количество обращений к нему и время загрузки из базы данных в кэш-память. Также в статье предложен алгоритм замещения объектов в кэш-памяти на основе приведенного в данной статье метода, обеспечивающий повышение интеллекта алгоритма кэширования. Таким образом, очевидна актуальность и научно-практическая ценность представленной статьи. Считаю возможным рекомендовать ее к печати.

Хузмиев И.К., д.т.н., проф., зав. кафедрой организации производства и экономики промышленности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)