

## 2.3.3

**А.Ю. Хабибуллин<sup>1</sup>, Л.А. Симонова<sup>1</sup> д-р техн. наук, И.П. Балабанов<sup>2</sup> канд. техн. наук**<sup>1</sup>Набережночелнинский институт (филиал)

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,

кафедра автоматизации и управления,

Набережные Челны, ayaz.khabibullin@mail.ru

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева - КАИ,

кафедра конструирования и технологий машиностроительных производств

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ТРАФИКА ДАННЫХ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ЖГУТАХ**

В данной работе проведен сравнительный анализ известных способов использования методов искусственного интеллекта для сокращения трафика данных в автомобильных жгутах, на примере высокоскоростного сетевого протокола FlexRay, в условиях растущего количества разнообразных датчиков автомобиля и неизменяющейся пропускной способности CAN-шины. В этой связи было выделено несколько, наиболее часто подвергающихся внедрению в систему FlexRay, методов искусственного интеллекта. В частности, были рассмотрены классический метод работы системы с помощью планируемости (scheduling method), метод жадной эвристики (greedy algorithm), метод имитации отжига (simulated annealing), метод генетических алгоритмов (genetic algorithm), а также сделан вывод о наиболее оптимальном способе решения данной проблемы.

Ключевые слова: проводка автомобиля, жгуты проводов, искусственный интеллект, коммуникационная шина, CAN, FlexRay, генетические алгоритмы, жадные алгоритмы, метод имитации отжига, метод планирования.

**Введение.** Современный автомобиль оснащается все большим количеством датчиков, необходимых для мониторинга состояния его функциональных блоков и передачи управляющих команд. Для связи узлов с управляющим устройством обычно используются медные провода. В автомобилях количество контролируемых сигналов довольно большое, и для компактности конструкции, а также удобства обслуживания используются кабельные жгуты. При этом, количество периферийных узлов автомобиля продолжает расти, а вместе с ним и поток данных, который передается между этими узлами и управляющим устройством. Это приводит к тому, что скорость передачи данных приближается к максимальной, которую может обеспечить пропускная способность CAN-шины.

Существуют научные работы по применению в сетевых протоколах CAN-шины методов искусственного интеллекта, с целью увеличения пропускной способности информационного канала, и, хотя основные методы передачи информации по CAN-шине автомобиля на сегодняшний день довольно широко изучены, потенциал методов искусственного интеллекта для решения задач по уменьшению трафика через нее все еще остается не до конца решенным, особенно по использованию методов искусственного интеллекта для сокращения трафика.

**Результаты.** На основе сравнительного анализа источников определено, что наиболее адаптивной к экспериментам по внедрению методов искусственного интеллекта стала управляемая по времени архитектура, обеспечивающая вычислительную инфраструктуру для проектирования и внедрения надежных распределенных встраиваемых систем FlexRay.

Так, например, в [1] Поп и др. приводят анализ планируемости, представленный на Рис. 1 (а). На первом этапе приложение разбивается на кластер, запускаемый по времени и кластер, запускаемый по событию, а процессы сопоставляются с узлами архитектуры

(сопоставление). На втором этапе отображение сообщений объединяется в пакет для передачи на шину (упаковка пакетов). На последнем этапе определяется время освобождения задач и время отправки сообщений (планирование времени). Для каждого шага заданный набор параметров приводит к выяснению, является ли система планируемой, то есть, соблюдаены ли все временные ограничения. Если применение на одном из этих шагов является незапланированным, то набор параметров должен быть изменен до получения приближенного оптимального решения. В целом, основанный на механизме описанного выше подхода, алгоритм стремится найти только локально оптимальные решения. Авторы статьи [2] предложили стратегию оптимизации упаковки кадров, одна которая основана на методе имитации отжига (ИО) и представлена на Рис. 1 (б).

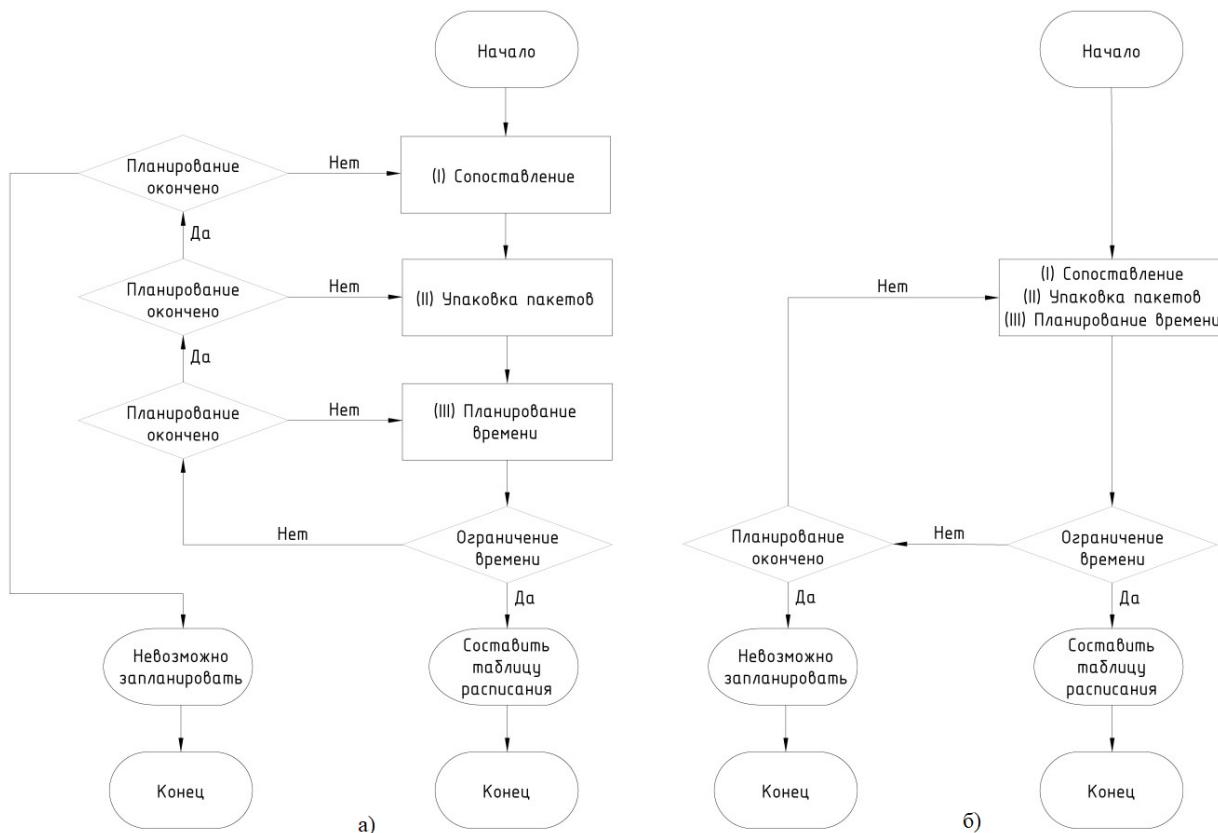


Рис. 1 – Сравнение методов планирования: (а) Метод, предложенный П. Попом и др.,  
(б) Метод предложенный Н.Мураками и др.

В случае оптимизации, основанной на методе ИО, для различных датчиков, процессоров и исполнительных устройств с разным периодом выполнения необходимо разрабатывается эффективный метод планирования статического отрезка коммуникационного цикла в FlexRay системе.

В статье [3], Шаном и другими был предложен более практичный и гибкий подход к методу статического планирования для распределенной автомобильной системы управления, который заключается в использовании генетических алгоритмов (ГА).

В сравнении с жадной эвристикой и методом имитации отжига, алгоритм планирования на основе ГА выглядит более эффективно для систем FlexRay, где система CAN, рассматривается как узел FlexRay. Это достигается, в том числе и тем, что авторы предполагают, что все процессы, принадлежащие графу процессов, могут иметь разностные периоды. Преимущества подхода на основе ГА во многом зависят от того, насколько хорошо различные компоненты ГА учитывают характерные особенности проблемы их использования, например, рассмотренной в статье [4] Лунгом и другими. Чтобы оценить эффективность своего подхода, авторы статьи [3] выбрали репрезентативный метод критического моделирования в качестве примера.

При этом авторы статьи [3] уделили большое внимание методам совместного проектирования аппаратного и программного обеспечения. Они учли в своей работе также результаты статьи [5], где Бек и Северек изучали проблему конфигурирования, состоящую из двух разделов: задание аппаратных мощностей процессорных элементов и статическое распределение между ними программных задач.

Так, один из предложенных авторами статьи [3], на основе ГА заключается в отборе, и представлен на Рис. 2. С помощью функции оценки находятся различные значения пригодности пакетов информации, которые потом представляются в виде особей. Особи в популяции сортируются по их приспособленности, поэтому первая особь является лучшей в текущем поколении, но при этом все особи отбираются для спаривания. Затем выполняется кроссовер к определенному индивидууму следующего поколения с заданным размером популяции. В случае, если минимальное значение приспособленности особей в следующем поколении больше, чем у их родителей, минимальная приспособленность родительской особи будет скопирована его потомству.



Рис. 2 – Операция отбора

Результаты экспериментов показывают, что ГА можно применять к системам такого рода как FlexRay, чтобы найти более оптимальное решение, чем способен найти алгоритм имитации отжига, и, соответственно, лучше, чем алгоритмы, основанные на методах жадной эвристики. Практическая же реализация такого способа показывает, что в сравнении, например, с методом на основе ИО, возможно сокращение сетевого трафика более чем на треть, в частности, авторы работы приводят цифру в 36.3%.

**Выводы.** Все проанализированные работы были направлены на сокращение трафика в жгутах автомобилей при помощи методов искусственного интеллекта.

В статье [1] было предложено передавать информацию путем разбиения данных на кластеры, запускаемые по событию и по времени, однако такой способ функционирует на основе лишь локально-оптимальных решений, что относит его к методу жадной эвристики.

В работе [2] был предложен метод имитации отжига, способный в отличие от метода жадной эвристики «жертвовать» локально-оптимальными решениями в пользу глобальных, однако его основное ограничение, в виде сложности настройки параметров управления является существенным препятствием для физической реализации системы на базе такого подхода.

Генетический алгоритм, предложенный в качестве оптимального решения проблемы в статье [3], функционирующий совместно с CAN-шиной, которая в свою очередь рассматривается как узел всей системы FlexRay – наиболее подходящее решение проблемы.

**Заключение.** На основе сравнительного анализа было определено, что наиболее подходящим для решения задачи оптимизации передачи данных в жгутах автомобилей, стали генетические алгоритмы. Рассмотрение CAN шины в качестве узла общей системы, в совокупности с настройками элементов ГА, таких как выборка, скрещивание и мутация привели авторов статьи [3] к оптимальной структуре системы. Экспериментальные результаты работы [3] показывают, что предложенный метод планирования значительно сокращает сетевой трафик по сравнению, например, с подходом, предложенным в работах [1,2].

***Список литературы***

- 1 *P. Pop, P. Eles, and Z. Peng, «Schedulability-driven frame packing for multi-cluster distributed embedded systems» ACM Trans. Embedded Computing Systems, vol.4, no.1, pp. 112-140, 2005.*
- 2 *N. Murakami, S. Iiyama, H. Takada, M. Kido, and I. Hosotani, «A static scheduling method for distributed automotive control systems» Trans. IPSJ Advanced Computing Systems, vol.48, no.SIG8 (ACS18), pp. 203-215, May 2007.*
- 3 *Shan DING, Nonmember, Hiroyuki TOMIYAMA, and Hiroaki TAKADA, Members «An Effective GA-Based Scheduling Algorithm for FlexRay Systems» IEICE TRANS. INF. & SYST., vol.e91-d, no.8, pp. 2115-2123 August 2008.*
- 4 *Y. Leung, G. Li, and Z. Xu, «A genetic algorithm for the multiple destination routing problems» IEEE Trans. Evol. Comput., vol.2, no.4, pp. 150-161, Nov. 1998.*
- 5 *J.E. Beck and D.P. Siewiorek, «Automatic configuration of embedded multicomputer systems» IEEE Trans. Comput. -Aided Des. Integr. Circuits Syst., vol.17, no.2, pp. 84-95, 1998.*