

Система автоматизированного выявления ошибок водителя в автогонках

Д.И. Суранович¹, Ю.С. Корухова¹

¹ *Факультет вычислительной математики и кибернетики
МГУ имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. Работа посвящена созданию системы автоматизированного анализа действий автогонщика. Автоматизация анализа данных в этой области является актуальной как для водителя, так и для гоночного инженера, желающих улучшить спортивные результаты. Автогонки – технический спорт и скорость прохождения трассы определяется, с одной стороны, профессионализмом водителя, а с другой – правильной настройкой гоночного автомобиля. Ранее анализ данных тренировочных заездов и соревнований проводился вручную и требовал значительного количества времени. Для его экономии проводился анализ не всех, а только наиболее быстро пройденных кругов, что не позволяло заметить ряд существенных ошибок и неверных настроек автомобиля. В работе представлена система, выполняющая анализ заездов в автоматическом режиме. На вход системе подаются данные телеметрии, полученные во время тренировочных заездов. Данные проходят предварительную обработку, и по ним строится модель заезда – множество фактов. Система содержит пополняемую базу знаний – правила анализа и вывода, составленные на основе опыта работы гоночных инженеров. По модели заезда, согласно известным в системе правилам, строится вывод и выдается отчет о каждом пройденном повороте трассы. В отчете указывается степень важности поворота для всей дистанции, и приводится информация об ошибках, включая уровни избыточной или недостаточной поворачиваемости автомобиля, одновременное нажатие педалей газа и тормоза, а также выдаются комментарии о возможных причинах ошибки и экспертные рекомендации для водителя и для инженера.

Ключевые слова: информационные системы, экспертные системы, автоматический анализ данных

A System for Automated Driver's Errors Detection in Motor Racing

D.I. Suranovich¹, Y.S. Korukhova¹

Annotation. The work deals with automated analysis of driver's actions in motor racing. The task is important for both – racer and racing engineer willing to improve sport results that are dependent from one part - of appropriate car settings, but also of adequate driver's actions. Motor racing analysis used to be performed manually and took plenty of time. To reduce it, only several fastest circles of a race were considered, so if the special situations occurred during the skipped circles the important data was missed. The automation of analysis is a proposed solution for the problem. As an input our automatic system takes telemetry data, obtained during training days. These data are preprocessed by a module for generate a model of race as a set of facts. The system contains special rules, based on racing engineers' experience, stored as a knowledge base. In accordance with these rules inference for the race model is performed and as result we obtain a report with characteristics of each turn on the racing track: information about errors, including levels of understeer or oversteer, simultaneous use of brake and acceleration pedals, the importance of each turn for the whole race, their possible reasons of errors, suggested improvements and expert recommendations for racer and racing engineer.

Keywords: information systems, expert system, data analysis

В современном мире технологии автоматизированной обработки информации востребованы в самых разных сферах жизни. Особенно актуальными они становятся в задачах, где требуется анализ больших объемов данных. При их автоматизированной обработке результаты могут быть получены быстрее и без тех ошибок, которые делает человек, уставая от рутинных вычислений [1,2]. Кроме того, при автоматизированной обработке в данных могут быть обнаружены закономерности, выявление которых «вручную» не представляется возможным.

Одна из областей, в которой подобные технологии оказываются полезными, – это анализ действий автогонщика во время заезда. При анализе выявляются ошибки и даются рекомендации, позволяющие гоночному инженеру выполнить правильную настройку автомобиля. В настоящее время автогонщик и его инженер (или штаб инженеров) тратят значительное количество времени на разбор результатов заезда, так как количество информации, полученной с датчиков автомобиля, очень велико. В среднем, на краткий анализ пятнадцатиминутного заезда тратится не менее часа. Следовательно, только для краткого анализа тренировочного дня, состоящего из трех часов заездов, потребуется около 12 часов. При кратком анализе рассматриваются лишь несколько выбранных кругов, обычно тех, которые были пройдены за самое короткое время. Для детального анализа, при котором рассматриваются все круги, необходимо в несколько раз больше времени, и обработка результатов «вручную» может занимать до нескольких недель. Актуальным является автоматизированное проведение анализа, особенно для

решения проблемы поиска ошибок в поворотах, а также оценки их влияния на весь круг.

В работе представлена система автоматизированного анализа данных телеметрии с целью поиска ошибок при прохождении поворотов на гоночной трассе.

1. Предварительная обработка данных

Для перевода данных телеметрии в формат CSV, подаваемый на вход системе, использована программа WINTAX [3]. Из всей информации, содержащейся в данных телеметрии, в текущей версии системы рассматривается дистанция, информация от датчика руля, уровень нажатия на педаль тормоза и уровень нажатия на педаль газа. Для анализа прохождения поворотов именно эти данные являются определяющими.

Внутреннее представление модели заезда в предлагаемой системе состоит из двух классов: *круг* и *поворот*, представляющих, соответственно, круг заезда и поворот в пределах данного круга. Необходимо разделить круг на повороты и зафиксировать данные для каждого из них. Для выделения поворотов используются несколько правил:

1. Педаль тормоза нажата более, чем на 30% => выполняется поворот, причем его начало отсчитывается от точки, где торможение впервые изменило минимальное положение.
2. Педаль газа отпущена более, чем на 30% => выполняется поворот, при этом его началом считается точка, в которой положение педали газа впервые изменило максимальное положение.
3. Руль повернут более, чем на 20% => выполняется поворот, начало которого в точке, где возникло отклонения положения руля от нулевой отметки

Также в системе содержатся правила, выявляющие окончание поворота, и разделяющие его на три существенных для анализа этапа: начало, активное торможение и разгон машины. На каждом из этапов оценивается избыточная и недостаточная поворачиваемость автомобиля и одновременное нажатие педалей газа и тормоза, а также фиксируется степень важности поворота. На оценку важности поворота влияет расстояние от конца текущего поворота до начала следующего. Она вычисляется как отношение длины прямой после поворота по отношению к длине всего круга. Параметр записывается в процентах.

Итогом предварительной обработки данных является файл, содержащий набор фактов, который передается модулю системы, выполняющему анализ.

2. Автоматический анализ модели заезда

Предварительно обработанные данные заносятся в рабочую память системы в виде фактов. Анализ заезда выполняется с помощью правил – базы

знаний системы, составленных на основе опыта экспертов – гоночных инженеров. Правила представляют собой продукции и имеют вид:

Если <набор фактов в рабочей памяти>, то <добавление нового факта или нового комментария>.

Комментарии выдаются пользователю, а факты, находящиеся в рабочей памяти, используются в дальнейшем выводе. Приведем пример правила:

*Если в рабочей памяти есть четыре факта:
избыточная поворачиваемость,
выход из поворота,
важность поворота >0,
одновременное нажатие на педали газа и тормоза,
то добавить комментарий: «Избыточная поворачиваемость на выходе из поворота из-за торможения».*

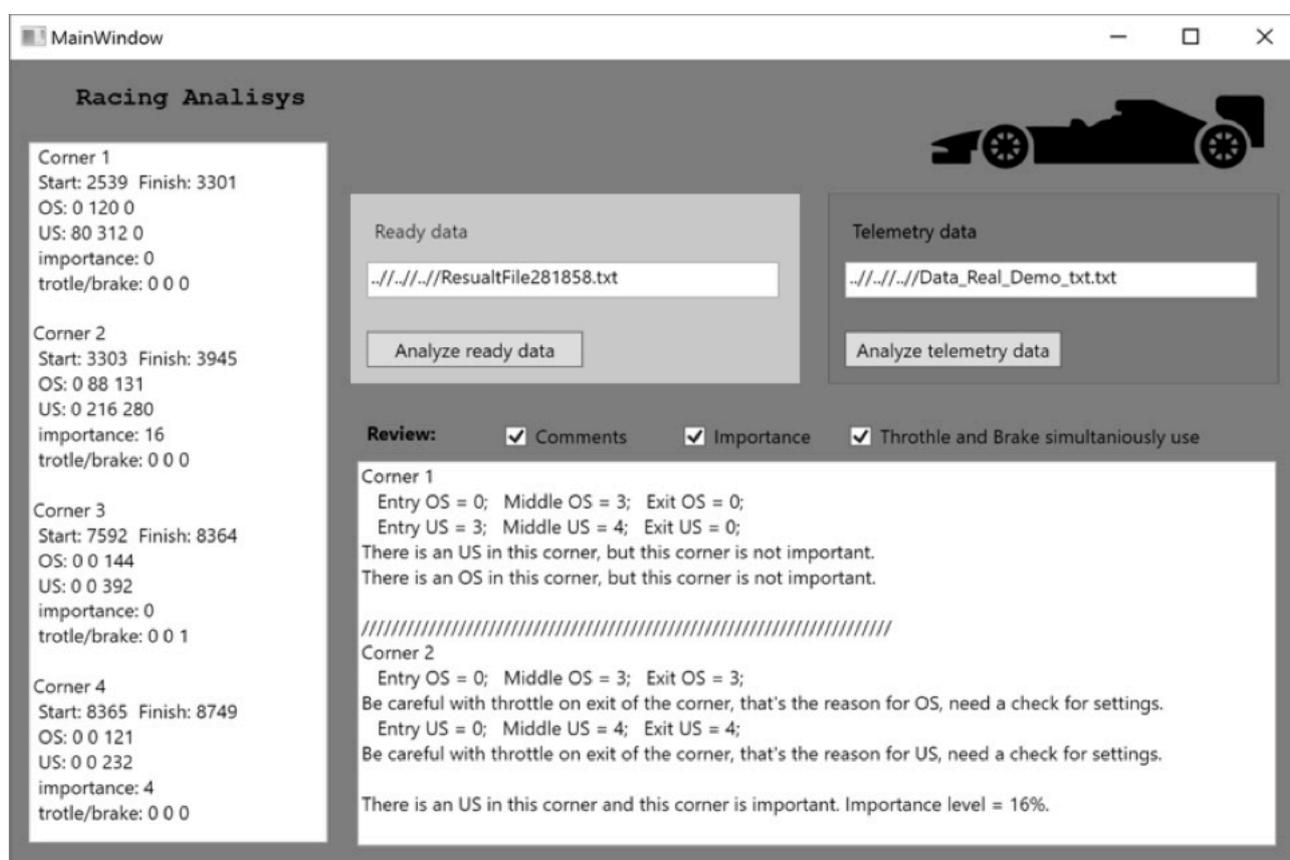


Рис. 1. Интерфейс системы анализа автогонок

Следует отметить, что вывод системы не является монотонным. Например, если обнаружена ошибка «нажатие педали газа до завершения торможения», то данный факт заносится в рабочую память системы, но до выдачи рекомендаций пользователю требуется дополнительный анализ: в некоторых автомобилях для переключения передачи на меньшую, необходимо нажать кратковременно на газ, и данная ситуация должна учитываться в системе анализа модели заезда.

Пример работы системы приведен на рис.1. В модели заезда было выделено четыре поворота, в результате анализа второго – самого важного – зафиксирована избыточная поворачиваемость автомобиля. Пользователю дана рекомендация плавнее нажимать на педаль газа, что может быть достигнуто не только поведением водителя, но и регулировкой автомобиля.

Заключение

В работе представлен подход к созданию системы автоматизированного анализа автогонок. По данным телеметрии, прошедшим предварительную обработку, система делает выводы о допущенных на гоночной трассе ошибках, вызванных неправильной настройкой автомобиля – его недостаточной или избыточной поворачиваемостью, и выводит комментарии по каждому повороту. Система использовалась для анализа тренировочных заездов на автогонках и позволила существенно сократить время анализа заездов. Система является расширяемой: она может быть дополнена новыми правилами обработки данных. Планируется проведение автоматизированного анализа данных о заездах с целью выявления закономерностей возникновения ошибок.

Литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем // Санкт-Петербург: Питер, 2000. - 384 с.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование (Пер. с англ.) — Москва: Издательский дом «Вильямс», 2007. - 1148 с.
3. Описание системы расшифровки данных телеметрии WINTAX4 — URL: http://www.magnetimarelli.com/business_areas/motorsport/software/wintax4

References

1. Gavrilova T.A., Khoroshevskii V.F. Bazy znaniy intellektualnykh sistem // Sankt-Peterburg: Piter, 2000. - 384 p.
2. Giarratano J., Riley G. Expert systems: principles and programming (translated into Russian) — Moscow: Williams, 2007. - 1148 p.
3. Description of a system WINTAX4 for telemetry data decoding — URL: http://www.magnetimarelli.com/business_areas/motorsport/software/wintax4