



Задание MaMoHT-2024

Не тормози! Или тормози?

При езде в черте городов автомобилям приходится часто останавливаться на светофорах, а потом снова разгоняться. Это приводит к повышенному расходу топлива, ресурса тормозов и т. д.

Один из путей облегчения этой проблемы – попытаться сделать «старт с движения» («rolling start»): при приближении к светофору с запрещающим сигналом («красным светом») так подгадать скорость, чтобы при включении разрешающего сигнала светофора («зеленого света») пересечь стоп-линию, сохраняя хотя бы часть скорости (энергии движения), с которой автомобиль подъезжал к светофору. Очевидно, что так называемый «жадный» алгоритм вождения — «ехать всегда с максимально разрешённой скоростью на данном участке дороги, а если что-то не даёт ехать дальше (в частности, светофор), то остановиться» — приводит к увеличению количества остановок и разгонов.

Разработайте правила управления автомобилем, которые позволят минимизировать остановки и разгоны на светофорах.

Задания:

1. Сформулируйте оптимальное правило управления автомобилем для случая, когда водитель приближается к светофору с красным сигналом, впереди (до светофора) нет других автомобилей, и на светофоре имеется табло отсчёта времени до включения зелёного сигнала. Учтите, что водитель – человек, а не робот; человек может зрительно оценивать расстояния лишь приблизительно.
2. Сформулируйте оптимальное правило для случая, аналогичного пункту 1, но без табло отсчёта времени.
3. Сформулируйте оптимальное правило для случая, когда перед светофором уже находятся одно или несколько транспортных средств (легковые или грузовые автомобили, мотоциклы, автобусы и т.п.), при этом дорога однополосная, и обгон впередиидущих транспортных средств невозможен. Следует учитывать, что транспортные средства обычно способны тормозить с куда бóльшим ускорением, чем разгоняться (это более выражено у легковых автомобилей и менее – у грузовиков и автобусов; мотоциклы, как правило, способны на ещё большее ускорение в обоих направлениях). Водитель может примерно классифицировать другие транспортные средства перед собой, но не знает их точных параметров.
4. В случае, если дорога, на которой находится светофор, многополосная:
 - 4.1. Каков оптимальный алгоритм управления автомобилем, приближающимся к светофору, когда все водители действуют по принципу «каждый сам за себя», минимизируя только свои собственные затраты?
 - 4.2. Изменится ли оптимальный алгоритм, если водители будут пытаться минимизировать коллективные затраты (или, что то же самое, средние ожидаемые затраты на водителя)? Может

ли оказаться выгодным правило, предписывающее оставлять одну или несколько свободных полос перед красным сигналом светофора, чтобы хотя бы некоторые водители, подъезжающие к светофору позже, могли «стартовать с движения»?

5. Можете ли вы предложить какое-либо улучшение функционала существующих светофоров для облегчения выполнения предложенных вами оптимальных правил управления автомобилем? Общая схема включения разрешающих и запрещающих сигналов (управляющих пересечением потоков автомобилей) остаётся неизменной. Улучшение функционала может касаться того, что происходит *перед* светофором, и может включать изменение визуализации, добавление дополнительных сигналов, дополнительных сенсоров и систем наблюдения, дополнительных блоков управления (включая основанные на “искусственном интеллекте”).

Во всех случаях считайте, что водитель – это обычный среднестатистический человек, с обычными способностями к восприятию и оценке окружающего мира, не обладающий сверхспособностями, такими как мгновенные сложные математические вычисления в уме.

Ваше обоснование оптимальных правил может использовать сколь угодно сложные математические модели, дающие «математически точные» ответы; но крайне желательно, чтобы практическая формулировка оптимальных правил была достаточно простой.

Имейте в виду, что достаточно опытные водители на самом деле инстинктивно ощущают многие количественные параметры движения автомобилей, хотя и не могут высказать их «в цифрах». Например, часто хорошо ощущается такая линейная величина, как «нормальная дистанция между машинами», которая соответствует расстоянию, проходимому автомобилем за ≈ 2 секунды *при текущей скорости движения*.

Считайте, что водитель может достаточно точно задавать любое «усилие» (т.е. ускорение) разгона и торможения от нулевого и до некоторого максимума, определяемого конструкцией автомобиля (мощностью двигателя, «силой» тормозов, массой автомобиля и т.д.).

Требования к оформлению работы

- A. В работе должны быть явно указаны разделы или фрагменты, содержащие ответы на задания 1-5. Например, можно написать «(задание 4.1)» в конце названия раздела с ответом на это задание.
- B. Объём работы – не более 15 страниц А4, шрифт 12pt, межстрочный интервал не менее 1,5, стандартные «средние» поля. Список литературы и приложения не включаются в подсчёт страниц, но они не могут содержать информацию, без которой нельзя понять и оценить вашу работу. Ознакомьтесь с полными требованиями в Правилах МаМоНТ-2024!
- C. В конце работы должен быть пункт «Использование искусственного интеллекта (ИИ)». В нём следует сообщить, использовали ли вы ИИ при исследовании или написании работы. Использование ИИ не поощряется, но и не запрещается. В случае использования ИИ, в отдельном приложении к работе должно быть сообщено: какие ИИ-инструменты использовались и для чего; какие строки-запросы к ИИ использовались; как проверялись результаты работы ИИ (поскольку ИИ может «галлюцинировать»).