

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»**

Кафедра математического моделирования

Сдано на кафедру
« ____ » _____ 2018 г.
Заведующий кафедрой
д. ф.-м. н., профессор
_____ С.А. Кащенко

Выпускная квалификационная работа

Компьютерное моделирование движения физических объектов
(Направление подготовки бакалавров 01.03.02 Прикладная математика и информатика)

Научный руководитель
канд. ф.-м. н., доцент
_____ И.С. Кащенко
« ____ » _____ 2018 г.

Студент группы ПМИ-42БО
_____ М.А. Погребняк
« ____ » _____ 2018 г.

Ярославль 2018 г.

Реферат

Содержание

Введение	3
1. Постановка задачи	4
2.	5
3. Обобщённая модель следования за лидером	6
4. Реализация	6
Заключение	7

Введение

*Так много в математике физики,
как много в физике математики, и
я уже перестаю находить разницу
между этими науками*

– Альберт Эйнштейн

1. Постановка задачи

2.

Прежде чем составлять, исследовать и математически описывать теорию транспортных потоков, нужно разобраться с самим понятием "транспортный поток". **Транспортный поток** – это количество единиц транспортных средств одного вида транспорта, проследовавших определённый участок пути в течение установленного промежутка времени [1]. В качестве транспортного средства рассмотрим автомобиль и будем считать, что все транспортные средства (автомобили) следуют друг за другом. Автомобиль, за которым есть другой автомобиль будем называть **лидером**, а автомобиль перед которым есть другой автомобиль - **преследователем**. Причём один и тот же автомобиль может являться одновременно и преследователем для впереди идущего, и лидером для позади идущего рис. 1.

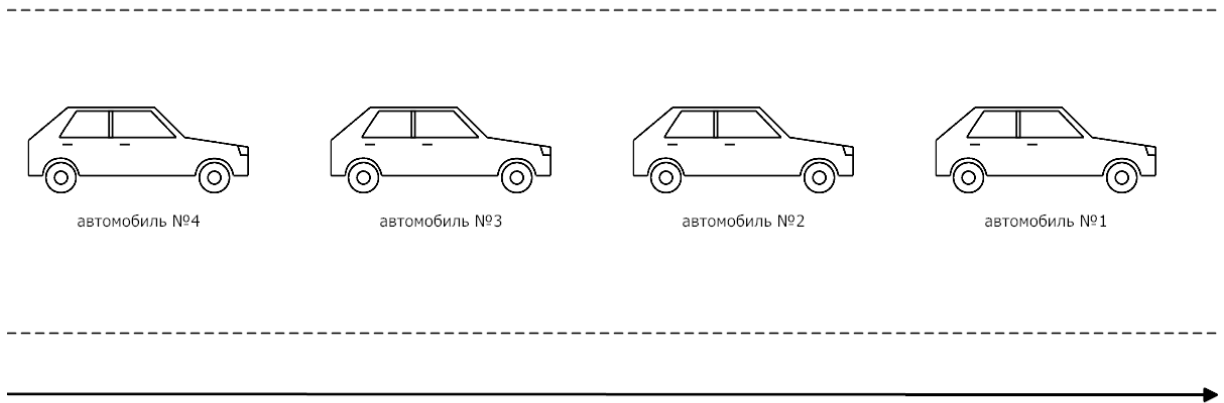


Рис. 1. Следующие друг за другом автомобили.

Теперь рассмотрим парадигму автомобиля, которая основана на очень простом правиле и уже довольно давно известна в литературе, так как автомобили следуют друг за другом, преследователь всегда пытается максимизировать свою скорость с двумя ограничениями: ограничением ускорения и ограничением безопасности. Впервые данная парадигма была высказана ещё в 1975 [2] и математически выглядит следующим образом:

$$v_f(t) = \min(v_f^d(t), v_f^s(t)) \quad (2.1)$$

где $v_f(t)$ - скорость преследователя в момент времени t , $v_f^d(t)$ - максимальная возможная скорость с **ограничением ускорения** (demand speed), $v_f^s(t)$ - максимальная возможная скорость с **ограничением безопасности** (supply speed).

Под ограничение ускорения стоит понимать физических ограничения скорости и ускорения транспортного средства, а также комфортные условия для водителя. Оно описывает траекторию транспортного средства, которое свободно разгоняется до максимальной желаемой скорости при отсутствии впереди идущих транспортных средств. Это не всегда постоянное значение: например, оно может зависеть от

скорости автомобиля (см. 2.1). Ограничение безопасности - это то, как траектория транспортного средства зависит от впереди транспортного средства (лидера).

3. Обобщённая модель следования за лидером

$$\ddot{x}(t) = d(\dot{x}(t - \tau) - \dot{x}(t) - \lambda).$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}_0 = v_0, \quad x_0(0) = 0, \\ \ddot{x}_1(t) = d(\dot{x}_0(t - \tau) - \dot{x}_1(t) - \lambda), \\ \dot{x}_1(0) = 0, \quad x_1(0) = -\lambda, \\ \ddot{x}_2(t) = d(\dot{x}_1(t - \tau) - \dot{x}_2(t) - \lambda), \\ \dot{x}_2(0) = 0, \quad x_2(0) = -2\lambda, \\ \dots \\ \ddot{x}_N(t) = d(\dot{x}_{N-1}(t - \tau) - \dot{x}_N(t) - \lambda), \\ \dot{x}_N(0) = 0, \quad x_N(0) = -N\lambda. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}_0 = v_0, \quad x_0(0) = 0, \\ \ddot{x}_1(t) = d(\dot{x}_0(t - \tau) - \dot{x}_1(t) - \lambda), \\ \dot{x}_1(0) = 0, \quad x_1(0) = -\lambda, \\ \ddot{x}_2(t) = d(\dot{x}_1(t - \tau) - \dot{x}_2(t) - \lambda), \\ \dot{x}_2(0) = 0, \quad x_2(0) = -2\lambda, \\ \ddot{x}_3(t) = d(\dot{x}_2(t - \tau) - \dot{x}_3(t) - \lambda), \\ \dot{x}_3(0) = 0, \quad x_3(0) = -3\lambda. \end{array} \right.$$

Таблица 1. Физическое значение параметров

Параметр	Физическое значение
—	—

4. Реализация

Заключение

Список литературы

- [1] https://spravochnick.ru/logistika/logisticheskie_potoki/transportnyy_potok/
- [2] Wilson R. E. Gipps' Model of Highway Traffic. 2002.
- [3] Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. 2001.
- [4] Бахвалов Н.С. Численные методы. 1975.
- [5] Мартин Ф. Рефакторинг. Улучшение существующего кода. 2008.