

Классификационный подход к имитационному моделированию транспортных потоков

Н. П. Ивкин

Московский физико-технический институт
Факультет управления и прикладной математики
Кафедра интеллектуальных систем

Научный руководитель с.н.с. ВЦ РАН, к.ф.-м.н. Ю. В. Чехович

Москва,
2012 г.

- Постановка задачи и основные определения
- Обзор существующих моделей
- Классификационный подход к имитационному моделированию
- Применение классификационного подхода к имитационному моделированию транспортных потоков
- Сведение классических моделей к модели, построенной согласно классификационному подходу
- Способы получения исходных данных для настройки модели
- Основные идеи кратко

Социально-технических системы:

- Большое число субъектов
- Субъекты принимают решения обособленно
- Субъекты действуют друг на друга и на систему в целом

Задача имитационного моделирования — оценить поведение изучаемой системы с помощью модели, достаточно точно описывающей систему.

Введенные понятия:

- Модель — отображение множества возможных ситуаций на множество возможных решений
- Описание ситуации — вектор параметров
- Решение — выбранный режим движения

Пример модели ускорения:

$$a_n = f(v_n, v_{n-1}, s_n),$$

где:

a_n — ускорение моделируемого ТС (решение)

v_n, v_{n-1} — скорости моделируемого ТС и его лидера (параметры)

s_n — расстояние между ТС и его лидером (параметр)

Цепочка моделей Джeneral Моторс:

- $a_n(t) = \alpha \Delta V_n^{front}(t - \tau_n)$ Chandler, 1958
- $a_n(t) = \alpha \frac{\Delta V_n^{front}(t - \tau_n)}{\Delta X_n^{front}(t - \tau_n)}$ Gazis, 1959
- $a_n(t) = \alpha \frac{V_n(t)^\beta \Delta V_n^{front}(t - \tau_n)}{\Delta X_n^{front}(t - \tau_n)^\gamma}$ Gazis, 1961

где:

a_n — ускорение моделируемого ТС (решение)

$\Delta V_n^{front}(t)$ — относительная скорость лидера

$\Delta X_n^{front}(t)$ — расстояние между ТС и его лидером

$V_n(t)$ — скорость ТС

τ_n — время реакции ТС

α, β, γ — параметры настройки

Классификационный подход к имитационному моделированию

- Каждый субъект анализирует некоторую свою «окрестность» (ситуацию) и на основе этого принимает некоторое решение
- Субъект выбирает решение из конечного, как правило, «небольшого» множества
- На множестве описаний ситуаций можно ввести метрику, т.о. ситуации можно классифицировать
- Субъектов много - типов субъектов мало
- Одному типу соответствуют субъекты, которые в сходных ситуациях принимают одинаковые решения

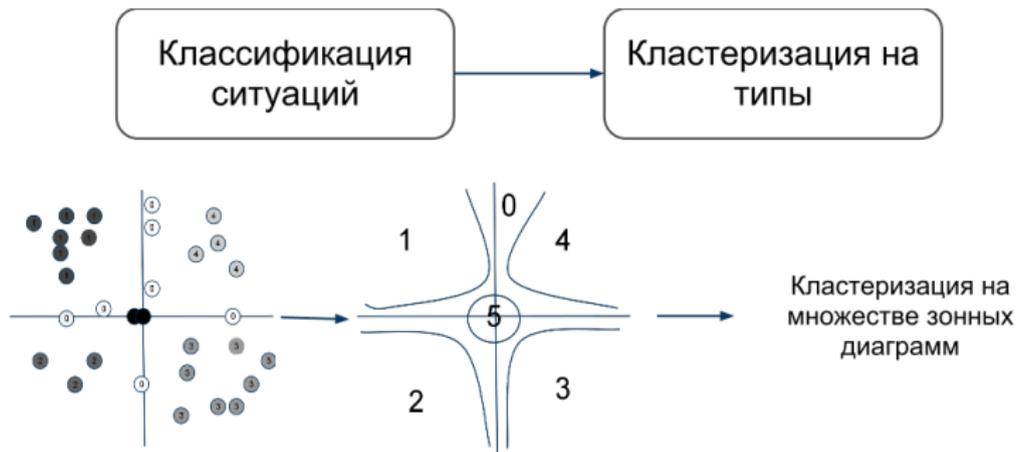
Применение классификационного подхода к имитационному моделированию транспортных потоков

Пример описания системы:

- Множество принимаемых решений: ускорение, торможение, перестроение и бездействие.
- Параметры описания ситуации: расстояние до впереди идущего ТС и его относительная скорость.

Применение классификационного подхода к имитационному моделированию транспортных потоков

Общая схема построения модели состоит из двух этапов:



Применение классификационного подхода к имитационному моделированию транспортных потоков

Этап первый. Построение модели (зонной диаграммы) для каждого конкретного водителя.

- 1 Для каждого водителя, собираем отдельную прецедентную базу вида <описание ситуации, решение>.
- 2 Строим классификатор, который выделяет зоны различного поведения.

В качестве меры близости в пространстве описаний ситуаций можно взять евклидову метрику или ее взвешанный вариант:

$$F(S_1, S_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (a_{1i} - a_{2i})^2}, \quad (1)$$

где S_1 and S_2 — две ситуации, a_{ji} — микропараметр номер i который описывает ситуацию S_j , w_i — вес микропараметра a_{ji} и N — количество микропараметров.

Применение классификационного подхода к имитационному моделированию транспортных потоков

Этап второй. Выделение различных типов водителей.

- 1 Собираем достаточное количество водителей. Описанием каждого водителя служит его модель (зонная диаграмма).
- 2 Решаем задачу кластеризации на множестве зонных диаграмм.

Разобьем зонную диаграмму на конечное количество небольших частей и введем необходимую меру близости:

$$\rho(v, u) = \sum_{i=1}^n w(v, u, i) [z(v, i) \neq z(u, i)], \quad (2)$$

где i — номер элемента разбиения, $z(v, i)$ — функция, возвращающая номер зоны занимающей наибольший объем в элементе разбиения i зонной диаграммы v , $w(v, u, i)$ — весовая функция.

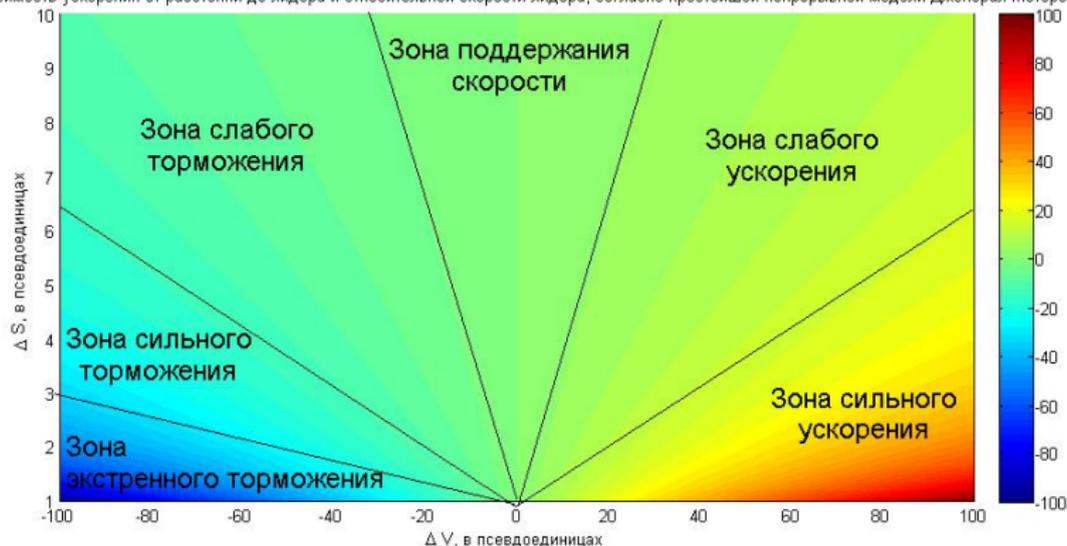
Сведение классических моделей к модели, построенной согласно классификационному подходу

Пример для модели Джeneral Моторс:

$$a_n(t) = \alpha \frac{\Delta V_n^{front}(t - \tau_n)}{\Delta X_n^{front}(t - \tau_n)}$$

Gazis, 1959

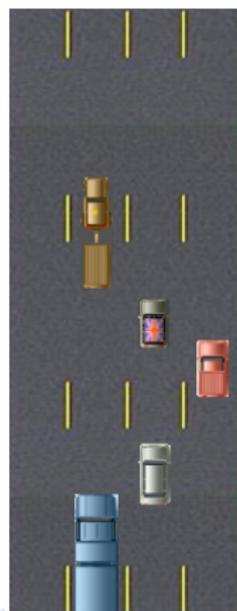
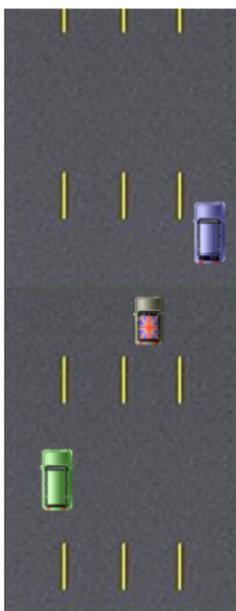
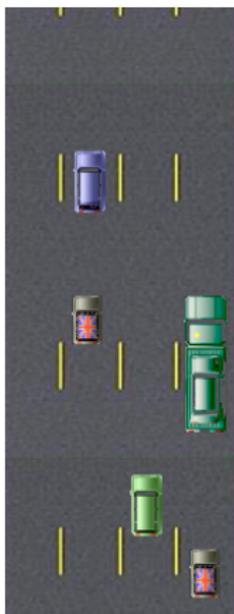
Зависимость ускорения от расстояния до лидера и относительной скорости лидера, согласно простейшей непрерывной модели Джeneral Моторс.



Способы получения исходных данных для настройки модели

Предлагается рассмотреть два способа настройки модели:

- Настройка с помощью реального ТС, оборудованного датчиками
- Настройка с помощью программного стенда



- 1 Рассматриваем обедненное (конечное) множество принимаемых решений
- 2 По основе прецедентной базы и выбранной меры близости для каждого ТС строим классификатор
- 3 Для большого количества субъектов вводим понятие типа водителя и решаем задачу кластеризации на зонных диаграммах

Итого:

- 1 Несколько типов водителей
- 2 Каждый тип представлен своим репрезентативным представителем (его зонной диаграммой)