

Пронин С.В., канд. техн. наук (ХНАДУ)

СОЗДАНИЕ СИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Анотація: У статті розглядається підхід до створення систем моделювання транспортних процесів мультиагентного підходу.

Ключові слова: транспортна система, транспортний процес, моделювання, мультиагентна система, агент.

Аннотация: В статье рассматривается подход к моделированию транспортных процессов и систем с помощью мультиагентных систем. Рассматриваются основные этапы моделирования, архитектура модели.

Ключевые слова: транспортная система, транспортный процесс, имитационное моделирование мультиагентная система, агент.

Abstract: This paper presents an approach to systems modeling of transport processes multi-agent approach.

Keywords: transport system, the transport process modeling, multi-agent system, agent.

Введение

В настоящее время темпы роста количества автомобилей значительно опережают темпы развития дорожно-транспортной сети, в результате возникают транспортные заторы, снижается безопасность дорожного движения. Быстрый рост количества автомобилей приводит к увеличению интенсивности движения в городах, следствие которого проявляется в обострении транспортных проблем, особенно остро проявляющихся в узловых пунктах улично-дорожной сети – перекрестках. Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса

организационных, архитектурно планировочных мероприятий способствующих упорядочению движения на уже существующей улично-дорожной сети. В то время как реализация мероприятий архитектурно-планировочного характера требует, помимо значительных капиталовложений, довольно большого периода времени, организационные мероприятия

Планирование транспортных процессов является многоцелевой задачей. Для ее реализации важным является математическая возможность сравнить несколько сценариев развития транспортных процессов и получить количественный и качественный прогноз по каждому из них.

Перечисленные проблемы можно решить, применяя новые формы и методы организации движения. Данная задача представляет из себя задачу создания прежде всего эффективных моделей дорожного движения. Вместе с тем повышение возможностей компьютерной техники в последнее время позволяет решать данную задачу с большей эффективностью. Отсюда можно сделать вывод, что решение задачи моделирования транспортных процессов и систем должно решаться с помощью компьютерного моделирования.

Анализ литературы

Наиболее отвечающим поставленным требованиям решения задачи являются математические имитационные модели, с помощью которых возможно оценить эффективность планируемых мероприятий по улучшению организации дорожного движения [1].

С помощью имитационных моделей возможно оценить скорость движения, задержки на перекрестках, длину и динамику образования заторов и т.д., способны привести к сравнительно быстрому эффекту. В ряде случаев организационные мероприятия выступают в роли единственного средства для решения транспортной проблемы. Эффективным методом поиска оптимальных решений может служить имитационное моделирование городских транспортных потоков на перекрестках [2].

К имитационному моделированию относят дискретно-событийное моделирование, системную динамику, мультиагентные системы. Подробнее остановимся на последнем методе [2].

Вычислительные мультиагентные модели применяются для имитирования поведения, действий и взаимодействий автономных индивидуумов (агентов), объединенных в систему. Целью такого моделирования является оценка влияния поведения каждого агента на систему в целом. Имитирование действий каждого агента позволяет воспроизводить и предсказывать поведение системы. Считается, что мультиагентное моделирование дополняют традиционные аналитические методы. Последние позволяют охарактеризовать состояние равновесия системы, в то время как моделирование дает возможность исследования способов получения такого состояния.

В данной статье предлагается подход к моделированию транспортных систем на основе именно мультиагентного подхода. В основе подхода лежит предположение о том, что каждый участник движения действует индивидуально взаимодействуя с остальными участниками движения на основе общих правил движения [3,4]. Для решения оптимизационных транспортных задач предложена модель управления процессом отсева решений и выбора наиболее оптимального варианта [6-8].

Целевая функция мультиагентной системы

В теории мультиагентных систем различают функцию оценки или выигрыша и целевую функцию. Функция оценки рассчитывается для каждого бегущего такта взаимодействия агента со средой, исходя из воспринятого агентом состояния среды в этом такте (функцию оценки иногда называют откликом среды на действие агента). Целевая функция рассчитывается на основе бегущего значения функции выигрыша и значений функции выигрыша в предыдущих тактах взаимодействия. Функция оценки определяет каким образом агент накапливает свой интегральный ("итоговый") выигрыш, на основе которого он принимает решение о выборе своих следующих действий.

Обычный задание целевой функции заключается в том, чтобы запрограммировать агента или многоагентную систему, то есть указать в которых обстоятельствах, которую последовательность действий необходимо выполнять (так называемое программное управление). Если мы имеем дело с

непредусмотренными или неизвестными заведомо обстоятельствами, то эта процедура задания агента не подходит.

Также целевая функция агента определяет каким образом показатели эффективности по разным состояниям среды или по разным поведениям агента объединяются в одну величину, которая учитывается блоком принятия решений при выборе следующих действий агента.

$$\begin{aligned} & \varphi(u) \\ Ag: RE & \rightarrow Ac, \end{aligned} \quad (1)$$

где $AG = \{agl\}$, $i = 1, \dots, N$ – коллектив агентов;

R – множество всех возможных оконченных последовательностей взаимодействия агента со средой;

Как правило, перед агентом ставятся задачи максимизировать значение целевой функции $\varphi(u)$. Вид целевой функции выбирается разработчиком в зависимости от задачи, для решения которой проецируется агент. В частности в нашем случае так как одним из критериев оптимизации дорожного движения является минимизация времени передвижения то в качестве целевой функции можно выбрать функцию минимизации временных потерь.

Целевая функция коллектива отображает предыдущую историю развития событий в коллективное поведение.

$$\begin{aligned} & W(U) \\ AG: R & \rightarrow AD, \end{aligned} \quad (2)$$

где $AG = \{agl\}$, $i = 1, \dots, N$ – коллектив агентов;

R – множество всех возможных оконченных последовательностей взаимодействия агента со средой;

$AD = \{Adi\}$, $i = 1, \dots, N$ – коллективное действие (совокупность действий всех агентов коллектива).

Модель коммуникации агентов

Теперь подробнее остановимся на коммуникации агентов. Здесь ключевым элементом оказывается «процесс ведения переговоров», направленных на достижение равновесия. Обычно предполагается, что правила ведения переговоров установлены заранее и известны всем агентам.

Соответственно, важнейшей сферой исследований в области коммуникации агентов является построение протоколов для «ведения переговоров». К разработке протоколов обычно предъявляются следующие требования:

- простота;
- децентрализация (переговоры осуществляются напрямую, без централизованного управления);
- симметричность (все агенты являются равноправными участниками переговоров);
- устойчивость (протоколы переговоров не должны позволять агентам, отклонившимся от установленных правил ведения переговоров, извлекать дополнительную пользу);
- эффективность (как по отношению к отдельным агентам, так и по отношению к их коалициям).

Как правило агенты задаются на максимизацию результата своей деятельности поэтому заключенные между ними соглашения имеют вид взаимовыгоды. Соглашение выгодно для всех агентов, если оно максимизирует функции полезности агентов на множестве допустимых соглашений. Однако, взаимовыгодность представляет собой необходимое, но не достаточное условие для устойчивости соглашений в МАС.

Построение протокола ведения переговоров включает три шага:

- определение пространства возможных соглашений;
- введение правил взаимодействия (например, на основе теории речевых актов в терминах «предложение – контрпредложение»);
- задание оптимальных стратегий агентов.

Для описания «переговорных процессов» в основном используются методы теории полезности и теории игр, в частности, известные модели и условия

оптимальности, выраженные в виде принципов равновесия. Так принцип Парето применяется для сильно централизованных систем, подсистемы которых имеют широкие возможности обмена информацией о принимаемых решениях, а равновесие по Нэшу характеризует децентрализованные системы. Эти типы оптимальности имеют разные «идейные основания»: основой оптимальности по Нэшу является устойчивость системы, обусловленная интересами и возможностями отдельных подсистем, тогда как принцип оптимальности по Парето опирается на идею полезности, выгоды для системы в целом, понимаемой как выгода сразу для всех ее подсистем. С учетом вышеприведенных требований к разработке протоколов в МАС большее применение находит арбитражная схема Нэша или математически эквивалентная ей модель Зейтена[3].

Арбитражное решение Нэша представляет собой некоторую систему требований, с помощью которых для любой ситуации выделяется ее единственное решение и должно удовлетворять следующим условиям:

- коллективная рациональность - ситуация с выигрышем является оптимальной по Парето;
- индивидуальная рациональность - требование индивидуальной рациональности означает, что при оптимальном исходе каждый агент должен получить не меньше, чем его максимальный гарантированный выигрыш;
- линейность - оптимальное решение не должно зависеть от выбора начала отсчета и масштаба измерения выигрышей;
- симметрия - если множество выигрышей симметрично, т.е. если агенты изначально были равноправны, то и в случае их объединения они должны получить одинаковый выигрыш;
- независимость от посторонних альтернатив - решение для данного множества ситуаций является также арбитражным решением для любого своего подмножества, в которое оно попадает. Другими словами, добавление новых ситуаций не должно менять предпочтения старых.

Множеством допустимых результатов в пространстве выигрышей агентов будет иметь вид:

$$W = \{(u, v) : u = f(x, z), v = g(x, z), (x, z) \in S\}, \quad (3)$$

где $u = f(x, z)$ - выигрыш первого агента;

$v = g(x, z)$ - выигрыш второго агента;

S - множество допустимых исходов.

Множество допустимых исходов будет иметь вид:

$$\bar{S} = \{(x, z) : x \in D, z \in G\}, \quad (4)$$

где D - множество возможных стратегий первого агента;

G - множество возможных стратегий второго агента.

Гарантированные выигрыши игроков в рассматриваемой игре можно записать в виде:

$$\bar{u} = \max_{x \in D} \min_{z \in G} f(x, z), \quad \bar{v} = \max_{z \in G} \min_{x \in D} g(x, z). \quad (5)$$

Тогда арбитражная схема удовлетворяющая решению будет иметь вид:

$$(u^*, v^*) = A(W, \bar{u}, \bar{v}). \quad (6)$$

где A - отображение удовлетворяющее определенным свойствам, которое каждой арбитражной задаче (W, \bar{u}, \bar{v}) ставит в соответствие арбитражное решение (u^*, v^*) .

Выводы

В статье были рассмотрены основные аспекты создания систем моделирования транспортных процессов и систем с помощью мультиагентных технологий. Данный подход позволяет моделировать в частности поведение каждого участника движения, что достаточно важно с учетом стохастического характера транспортных процессов.

Литература

1. Р. Шеннон Имитационное моделирование систем – искусство и наука/ Р. Шеннон – М.: Мир, 1978. – 418 с.
2. Васильева Е. М., Игудин Р. В., Лившиц В. Н. Оптимизация планирования и управления транспортными системами. – М.: Транспорт, 1987.
3. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б Тарасов – М.: УРСС, 2002.
4. Скобелев П. О. Открытые мультиагентные системы для поддержки процессов принятия решений при управлении предприятиями / Скобелев П. О./ Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2001 – Т. 3, № 1.
5. Muller, J. – P., Pischel M., Thiel M. Modeling Reactive Behaviour in Vertically Layered Agent Architectures // Intelligent Agents / Ed. By M. Wooldridge and N. R. Jennings. – Berlin: Springer-Verlag. – P. 261-276.
6. Brainov S. Altruistic Cooperation Between Self-Interested Agents// Proceedings of ECAI'96. – P.519-523.
7. Sandholm T.W. An Implementation of Contract Net Protocol Based on Marginal Cost Calculations// Proc. of 11 AAAI National Conference, 1993. – P. 256-262.
Sandholm T.W., Lesser V.R. Coalition Formation among Bounded Rational Agents// Proc. of 14 Joint Conference on AI (IJCAI-95, Montreal, Canada). – P. 662-669.