

Секция «Искусственный интеллект и большие данные в технических и промышленных системах»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ КОНТАКТНЫХ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА ВЕЩЕСТВ ПО МЕТОДУ MOMENT-OF-FLUID

Губенок Р.И.¹, Щербakov А.Н.²

1 - Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, E-mail: gdz-larin.ru@yandex.ru; 2 - Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия, E-mail: a.n.shcherbakov@yandex.ru

В рамках двумерной лагранжево-эйлеровой методики МИМОЗА [1] реализованы схемы пересчета газодинамических величин с использованием следующего множества методов отслеживания контактных границ (КГ) материалов: Volume-of-Fluid (VoF), метод Янгса, Moment-of-Fluid (MoF). Первые два метода общеизвестны и используются в большинстве газодинамических методик [2]-[3], реализованных в математическом отделении ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ.

Метод MoF [4] является современным методом восстановления КГ материалов. В алгоритме MoF используются данные первых двух моментов концентраций – объемные доли и центры масс веществ. Метод MoF позволяет выполнить точную реконструкцию *линейных* границ раздела компонентов в гетерогенной смешанной ячейке, что на этапе адвекции улучшает точность вычисления потоков объема веществ. Если рассматривать методы типа VoF, то для того чтобы восстановить линейную КГ точно, требуется, чтобы КГ была линейной в кластере, состоящем из трех счетных ячеек. Алгоритм метода MoF зависит только от данных моментов концентрации в пределах ячейки и не зависит от данных ее соседей. Поэтому, MoF-метод способен разрешать детали границ раздела масштаба счётной ячейки, что в 2-3 раза меньше, чем в методах типа VoF.

В алгоритме метода MoF при вычислении угла наклона КГ решается задача минимизации функционала отклонения вычисленного центроида (центр масс, барицентр для многоугольника) материала от исходного центроида, отслеживаемого на этапе решения численных уравнений газовой динамики в форме Лагранжа. Производительность метода MoF в сильной степени зависит от числа смешанных ячеек в задаче, содержащих в своём составе более двух компонентов. Например, в задаче с тремя материалами, реконструкция КГ по методу MoF занимает до 60% времени расчета одного счетного шага.

В настоящей работе рассматриваются вопросы повышения эффективности алгоритма метода MoF за счет замены трудоемкой по вычислительным затратам процедуры поиска угла наклона КГ на алгоритм, основанный на прогнозах обученной искусственной нейронной сети (ИНС) [5]-[6]. В частности, рассматриваются вопросы по выбору шаблона обучающего образа ИНС, оптимальной топологии ИНС, сбора обучающих данных, а также обучения ИНС. В результате работ в алгоритм метода MoF интегрирована обученная ИНС. Данная модификация, на представленных в работе методических расчетах, позволила ускорить этап реконструкции КГ по методу MoF в ~2 раза.

Источники и литература

- 1) 1) Софронов И.Д., Афанасьева Е.А., Винокуров О.А., Воропинов А.И., Змушко В.В., Плетенев Ф.А., Рыбаченко П.В., Сараев В.А., Соколова Н.В., Шамраев Б.Н. Комплекс программ МИМОЗА для решения многомерных задач механики сплошной среды на ЭВМ Эльбрус-2 // Вопросы атомной пауки и техники. Сер.: Математическое моделирование физических процессов. - 1990. - Вып. 2. - С. 3-9

- 2) 2) Бахрах С.М., Глаголева Ю.П., Самигулин М.С., Фролов В.Д., Яненко Н.Н., Янилкин Ю.В. Расчёт газодинамических течений на основе метода концентраций. // Доклады АН СССР, 1981 г., Т.257, №3, с.566
- 3) 3) Бахрах С.М., Спиридонов В.Ф., Шанин А.А. Метод концентраций расчёта нестационарных течений сплошной среды. // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов, 1999 г., В.4, с. 32-36
- 4) 4) Dyadechko V., Shashkov M. Reconstruction of multi-material interfaces from moment data. Journal of Comp. Physics, 227(2008), pp.5361-5384
- 5) 5) Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы
- 6) 6) С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. Глубокое обучение погружение в мир нейронных сетей