

Вереник Н.Л.

аспирант кафедры ЭВМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь

Татур М.М.

доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь

Сейткулов Е.Н.

кандидат физико-математических наук, директор НИИ информационной
безопасности и криптологии

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Астана, Казахстан

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ВЕКТОРНОГО КОМПЬЮТЕРА

Рассматривается концепция построения интеллектуальных систем на базе векторного процессора, проблемно-ориентированного на решение задач семантической обработки информации.

Ключевые слова: интеллектуальная система; семантическая обработка; семантическая сеть; параллельный процессор; графодинамическая машина.

Интеллектуальная система – программная либо аппаратная система, способная решать задачи семантического характера (обработка знаний) оперируя знаниями, принадлежащими конкретной предметной области. Примером интеллектуальных систем могут служить всевозможные системы принятия решения и экспертные системы, решающие широкий спектр прикладных задач: задачи управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы), задачи планирования ресурсов предприятия (ERP-системы), задачи аналитического мониторинга контента, задачи в сетях массового обслуживания (контроль потоков) и множество других.

В настоящее время при построении сложных информационных интеллектуальных систем акцент проблемы смещается от физического ее аспекта (хранение и передача данных, СУБД) к семантическому. Можно выделить ряд актуальных базовых задач семантического характера, на которых строится любая реальная прикладная интеллектуальная система: структурирование информации в виде семантических сетей, семантический анализ информации, ассоциативный поиск информации.

Эффективность решения задач семантического анализа и поиска информации с одной стороны зависит от используемых математических методов и алгоритмов, с другой стороны – от выбранной аппаратной платформы, на которой реализуется система. Стоит отметить, что подобные задачи характеризуются своей высокой структурной и динамической сложностью, объем вычислений растет нелинейно с ростом числа элементов информации.

Известны попытки построить семантические информационные системы с применением серийных аппаратных платформ с параллельной архитектурой, таких как графические ускорители, кластеры и суперЭВМ. Однако использование GPU не ведет к кардинальному повышению производительности по сравнению с персональными компьютерами, а использование мощных кластеров или суперЭВМ на практике зачастую не возможно по экономическим, тактико-техническим, массогабаритным и прочим характеристикам.

В качестве альтернативы могут быть разработаны и применены специализированные вычислительные системы, ориентированные на решение задач обработки знаний, однако на сегодняшний день подобные комплексы представлены лишь в виде единичных лабораторных образцов, дорогих и сложных в применении, общедоступных систем такого класса на рынке серийных устройств не существует.

В данной статье рассматривается системный подход к построению интеллектуальных систем на базе проблемно-ориентированного процессора, исследованный в ряде работ [1-3]. Основная идея подхода заключается в том, чтобы интерпретировать задачи семантического анализа задачами на формальных графах. Это оказывается возможным благодаря использованию однородных семантических сетей в качестве формальной основы для представления знаний системы (под семантической сетью понимается графовая структура, элементы которой обладают определенной семантической интерпретацией).

В общем виде, рассматриваемый процессор может трактоваться как некая графодинамическая машина (ГДМ) [3] – система, внутреннее состояние которой представляет собой регулярную графовую структуру. Обработка информации в такой системе трактуется как графодинамический процесс, то есть процесс преобразования графовой структуры, в ходе которого меняется не только состояние элементов этой структуры, но и ее конфигурация (появляются и удаляются вершины, изменяются связи между ними).

Использование графов, в свою очередь, позволяет обеспечить регулярность в решении задачи распараллеливания, что оказывается серьезной проблемой при использовании универсальных многопроцессорных систем. Указанная проблема сводится к эффекту замедления роста производительности системы при увеличении числа процессорных элементов в системе по причине роста сложности процесса распределения задач между процессорными элементами, данных между блоками памяти и организации взаимодействия между элементами системы.

В качестве базовой архитектуры ГДМ предлагается использовать SIMD-архитектуру магистрального типа (Single Instruction Multiply Data, согласно классификации Флинна) с локальной оперативной памятью (рис.1). Интерпретация исходной семантической сети в виде регулярной графовой структуры позволяет разработать такой формат кодирования данных, в результате которого исходные знания (данные) системы могут быть представлены в виде двух линейных списков (списком вершин и дуг соответственно).

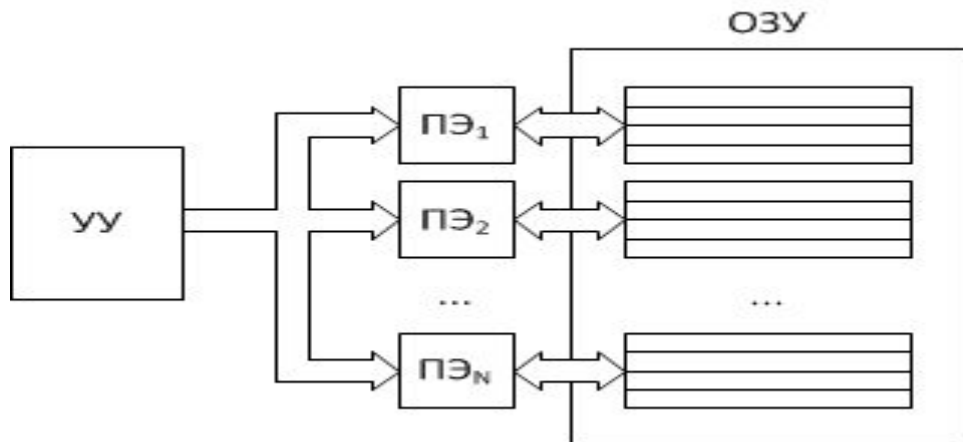


Рисунок 1 – Базовая схема ГДМ

Полученная ГДМ может трактоваться как своеобразная ассоциативная память, все «знания» которой равномерно распределены между ее процессорными элементами. Каждый процессорный элемент имеет свою независимую (локальную) память и отвечает за взаимодействие с ней. В общем виде, это взаимодействие может быть сведено всего лишь к четырем инструкциям: добавление элемента, удаление элемента, изменение элемента и поиск элемента графа в соответствии с поступившим запросом. В результате мы получаем максимально упрощенный процессорный элемент, функционально сравнимый с простым компаратором, а это, в свою очередь, позволяет реализовать огромное их количество на одном чипе.

Оценка эффективности и производительности любой прикладной интеллектуальной системы на практике сводится к оценке функционирования ее операции поиска (выполнения произвольного поискового запроса). В нашем случае, операция поиска представляет собой единовременный параллельный опрос устройством управления всех подключенных к нему процессорных элементов за время, равное времени срабатывания наиболее медленного процессорного элемента. Отметим, что это равносильно полному перебору всех знаний системы за время, не зависящее от ее объема (от количества процессорных элементов).

Предложенная концепция создания прикладных интеллектуальных систем на базе проблемно-ориентированного процессора (имеющего определенную унификацию в части архитектуры), обладает рядом ожидаемых преимуществ. Применение концепции на практике позволит сократить сроки и стоимость разработки промышленных образцов семантических процессоров под заданные прикладные задачи с заданными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками.

Литература

1. Параллельные процессоры для построения интеллектуальных систем / С. А. Байрак, Д. Н. Одинец, М. М. Татур, Ф. Филипов, М. Мунос // Материалы II международной научно-технической конференции

- «Open Semantic Technologies for Intelligent Systems» / Минск, 16-18 февраля 2012 года. – С. 135 – 140.
2. Параллельные процессоры для решения специальных задач обработки данных / Д. Н. Одинец, М. М. Татур // Материалы международной конференции «Россия–Беларусь–Сколково: единое информационное пространство» / Минск, 19 сентября 2012 г. – С. 259 – 260.
3. Концепция построения графодинамической машины с SIMD-архитектурой / Н. Л. Вереник, М. М. Татур // Материалы международной научной конференции «Информационные технологии и системы» / Минск, 24 октября 2012 г. – С. 178 – 179.