

КВАНТОВАЯ МОДЕЛЬ СУБЪЕКТИВНОЙ СЕМАНТИКИ

Суров И.А. (Университет ИТМО)

Представлена математическая модель смыслового представления информации на основе квантовой теории. Модель описывает универсальную структуру субъективного семантического пространства, общую для естественных когнитивных систем. Разметка полученного пространства в терминах естественного языка позволяет использовать его для имитации мышления и количественного моделирования поведения человека.

Введение.

Одним из основных направлений развития ИИ является имитация естественно-языковой практики человека, составляющей основу его высших когнитивных функций. Успехи, достигнутые в этом направлении к настоящему времени, нельзя считать полными. В частности, отсутствуют машинные средства контекстуального поиска, семантической разметки текстов, интерпретируемые методы машинного анализа данных, сравнимые по качеству с мышлением человека. Написание литературного обзора по заданной научной теме, например, в настоящее время требует большого объема относительно рутинной работы, которая могла бы быть автоматизирована. Сходная ситуация имеет место и в других типах когнитивных задач.

Современные методы обработки естественного языка, таким образом, не справляются с имитацией сравнительно простых когнитивных функций человека. Причиной данной проблемы является несовершенство принципов построения ИИ. Естественные когнитивные системы изначально работают со смыслом информации для субъекта мышления, тогда как ИИ оперирует признаками данных безотносительно их субъективного значения.

Основная часть.

Для решения обозначенной проблемы автором построена модель семантической информации, лишенная упомянутого недостатка. Основой модели является математическая структура кубитных состояний, широко известная в квантовой информатике. Смысл информации определяется субъектом по отношению к двухвариантной поведенческой ситуации, альтернативы которой (Да/Нет, Делать/Не делать, Истинно/Ложно) являются базисом двумерного Гильбертова пространства кубитных состояний. Таким образом, задача семантического моделирования связывается с вероятностными моделями принятия решений в квантовой когнитивистике.

Описанная модель ставит задачу об интерпретации параметров кубитного семантического пространства, представляемого геометрически в виде сферы единичного радиуса. Полярная координата сферы определяет вероятность принятия решений, тогда как ортогональный ему азимутальный (фазовый) угол какой-либо интерпретации ранее не имел. Данная «проблема фазы» составляет ключевое препятствие в развитии современной квантовой когнитивистики.

Автором предложено решение данной проблемы. Согласно полученной интерпретации, фазовый параметр кубитных состояний служит для причинно-следственной организации контекстов принятия базисного решения. При этом, диапазоны фазового параметра соответствуют причинно-семантическим классам воспринимаемой информации. На основе полученных ранее результатов, в качестве основной предложена структура из шести классов

Восприятие-Новизна-ЦельПлан-Действие-Прогресс-Результат. В соответствии с кольцевой топологией фазового параметра, данные классы образуют замкнутую последовательность в которой после результата следует восприятие на следующем цикле.

Предложенная структура кубитного семантического пространства подтверждена в эксперименте. В качестве исходных данных использована нейросетевая модель естественного языка word2vec, сопоставляющая отдельным словам английского языка вектора в 300-мерном пространстве. С помощью оригинального метода в данном пространстве найдена плоскость, в которой слова соответствующие указанным причинным классам образуют ожидавшуюся кольцевую структуру. Ортогональная к данной плоскости ось классифицирует контексты в полярности Добро-Зло, составленной из предельных обобщений базисной поведенческой альтернативы.

Декартовы координаты найденного кубитного пространства соответствуют факторам Оценка-Сила-Активность классической семантики. В отличие от последней, однако, данные факторы определяются не абсолютно, а относительно базисной поведенческой альтернативы. Таким образом, классическая семантика является обезличенным и контекстно-усредненным пределом построенной модели. Универсальность структуры семантического пространства, установленная в классическом пределе для различных языков и культур, при этом сохраняется.

Выводы.

Предложенная модель апробирована в задаче моделирования эмоций человека. В частности показано, что эмоциональные характеристики языковых контекстов в модели word2vec порождаются предложенным набором процессно-смысловых классов субъективной семантики. Существующие методы определения эмоций таким образом связываются с задачей вероятностного поведенческого моделирования на принципах квантовой теории, в том числе предсказательного.

Аналогичным образом, предложенная модель может быть полезна в задачах когнитивно-поведческого моделирования, связанных с субъект-ориентированной обработкой информации, характерной для естественных когнитивных систем. Такими задачами являются, например,

- машинный анализ текстов на естественном языке, в том числе субъект- и контекстно-ориентированная семантическая разметка и аннотирование текстов, поиск и ранжирование документов, sentiment-анализ отдельных высказываний и протяженных текстов;
- разработка антропоморфных методов визуализации семантики, в том числе для создания человеко-машинных интерфейсов в гибридных интеллектуальных системах;
- разработка новых методов количественного моделирования данных в социологических, экономических, исторических и других субъект-центричных психо-поведенческих предметных областях;
- разработка интерпретируемых методов искусственного интеллекта.

Суров И.А.

Подпись