

Прежде чем распознать изображение, необходимо его выделить или, как говорят, сегментировать. Сегментация как процедура поиска однородных, например, по яркости, цвету или текстуре, областей весьма трудная и до конца не решённая задача. Для конкретных задач разработаны частные методы: на базе пороговых различий в яркости (если они стабильные), путём учета связности соседних отчётов при наличии устойчивой пространственной корреляции изображений (методы центроидного связывания, слияния-расщепления, водоразделов), на базе анализа контуров, если они достаточно чёткие. Для сегментации путём выявления регулярных свойств поверхностей (текстур) применяют статистические методы (на базе матриц совпадений) и структурные (на базе мозаик Вороного). Особый интерес представляет использование информации о цвете, причём более эффективной оказывается сегментация в цветовой системе: тон, насыщенность, светлота, которая соответствует зрению человека, чем в энергетической системе каналов красного, зелёного и синего цветов.

Выделенные изображения подлежат распознаванию (возможно, после проведения процедур улучшения или реставрации). Наиболее надёжно эта задача решается сравнением входных изображений с эталонами (группа корреляционных методов), а наиболее быстро — сравнением их признаков. Непреодолимые трудности возникают, если входные изображения поступают на вход в изменённом ракурсе, повернутые или с разными масштабами. Тогда признаковые методы становятся ненадёжными, а корреляционные — нереализуемыми ввиду огромного количества вычислений.

В таких ситуациях, типичных для систем технического зрения транспортных роботов, телевизионных следящих систем и т.д., на помощь приходят методы нормализации, когда вначале определяются неизвестные параметры преобразований (искажений) входных изображений, затем путём нормализации они приводятся к стандартному (эталонному) виду, после чего происходит их распознавание сравнением с эталонами или их признаками.

В простейшем случае контурных или силуэтных изображений (фигур) задачи нормализации могут трактоваться как обратные задачи геометрии. Например, найти три точки преобразованного изображения, чтобы аффинные преобразования привести к стандарту или по четырём точкам идентифицировать проективные преобразования. Трудности решения задач нормализации неизмеримо возрастают для полутоновых и цветных изображений.

Например, для цветного изображения понятие контур не вкладывается в известную схему превышения некоторого порога яркости на участках повышенного градиента. Нет рациональных процедур свертки каналов красного, зеленого и синего для получения контура с минимальными погрешностями. Основным инструментом пространственного дифференцирования оказывается в этом случае малоэффективным.

Для сложных преобразований изображений разумным подходом к их нормализации является метод декомпозиции. Вначале были изучены методы построения нормализаторов для простых преобразований: параллельных смещений, поворотов, изменений масштабов, косых сдвигов, зеркальных отображений, перспективы, центрального проектирования. Оказалось, что для базовых преобразований существует много подходящих нормализаторов, отличающихся между собой трудоёмкостью в реализации, помехозащищённостью, наконец, применимостью в конкретных технических системах. При сложных преобразованиях не все базовые нормализаторы пригодны для использования. Возникла проблема синтеза сложных нормализаторов из простых. Неоценимую помощь в решении этой задачи оказал аппарат теории групп и их представлений, позволивший с единых позиций взглянуть на простые и сложные преобразования и выработать условия синтеза. Возникли новые понятия координатных и следящих нормализаторов, а также параллельной, последовательной и смешанной процедур. Методы распознавания, основанные на нормализации, представляются наиболее универсальными и продуктивными для изображений произвольного вида.

Таким образом, на основе естественной иерархичности процедуры распознавания, а также с учетом зависимости конечного результата (качества распознавания) от эффективности промежуточных этапов получена относительно универсальная схема распознавания. На первом этапе применяются наименее трудоёмкие признаковые алгоритмы для решения задачи о неэквивалентности изображений и эталонов. На втором этапе оставшиеся изображения подвергаются нормализации. На третьем — нормализованные изображения классифицируются одним из конструктивных способов.

Поступила в редколлегию 12.11.2001

**Путятин Евгений Петрович**, д-р техн. наук, профессор, зав. каф. информатики ХНУРЭ, засл. деят. науки и техники Украины. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-19 (раб.)

УДК 519.7

## АЛГЕБРАИЗАЦИЯ ЛОГИКИ КАК КАТАЛИЗАТОР ИНФОРМАТИЗАЦИИ

*ШАБАНОВ-КУШНАРЕНКО Ю. П.*

Доклад на торжественном собрании научной общественности Харьковского национального университета радиотехники 2 ноября 2001 года, посвященном 75-летию со дня рождения академика НАН Украины Владимира Логвиновича Рвачева.

Первая научно-техническая революция содействовала *усилению физических возможностей* человека за счет создания механизмов и машин. Она потребовала интенсивного изучения внешнего по отношению к человеку физического мира и развития *числовой математики*. Вторая научно-техническая революция призвана содействовать *усилению интеллектуальных возможностей* людей путем совершенствования искусственного интеллекта. Она требует объективного изучения внутреннего психологического мира человека и развития *математики интеллекта*, в роли которой выступает *логическая математика*.

Ожидается, что роль логической математики в деле информатизации будет столь же важной, как и классической числовой математики в предшествовавшем научно-техническом прогрессе.

Владимир Логвинович Рвачев сосредоточил свою научную деятельность на создании и развитии *логоико-числовой математики*. Под его влиянием и я тоже обратился к этой области знания, правда, сконцентрировал свои усилия на более узком направлении, а именно — на разработке проблем одной лишь логической математики и только в той ее части, которая перспективна для применений в информатизации.

Для развития логической математики и ее приложений в искусственном интеллекте особую роль играет *алгебро-логический анализ естественного языка и мышления* человека. Язык и мышление человека можно рассматривать как созданную природой реально действующую алгебро-логическую систему. Важно досконально разобраться в механизме языка и мышления. Как показывают уже имеющиеся достижения в этой области, такие знания приводят к развитию аппарата логической математики. Так, Джордж Буль, изучая в середине XIX столетия логическую структуру сложных предложений естественного языка, открыл алгебру логики, которая впоследствии стала теоретической базой построения схем первых ЭВМ и программ для них. В конце того же века Готлоб Фреге, алгебраизируя естественный язык математики, извлек из него кванторы, играющие в современной логической математике важную роль. В 70-х годах XX-го столетия попытки формального описания морфологии естественного языка привели к открытию *алгебры предикатов*. Наконец, работы 90-х годов по абстрактному описанию смысла текстов естественного языка содействовали отысканию целого семейства *алгебр предикатных операций*. На сегодняшний день логическая математика представляет собой богатую содержанием и быстро развивающуюся область знания. Основной метод ее разработки в настоящее время — это *алгебраизация логики*, воплощенной в механизмах естественного языка и мышления человека. В сущности, это — *бионический путь* развития: математически описывается система естественного интеллекта, и результаты этого анализа передаются для практического использования специалистам, создающим искусственный интеллект.

Уже сегодня логическая математика доказала свою высокую эффективность в роли абстрактного средства анализа естественного интеллекта и синтеза искусственного интеллекта. Можно ожидать, что широкое внедрение в практику информатизации аппарата логической математики и его дальнейшее развитие позволят существенно повысить темпы информатизации. Освоение же естественного языка и мышления вычислительной машиной многократно усилит мощь искусственного интеллекта. Роль алгебро-логического аппарата неизмеримо возрастает в связи с последними достижениями в разработке сверхбыстродействующих ЭВМ, *функционирующих по принципам работы мозга*. Ожидается,

что изыскания в этой области приведут в обозримом будущем к отказу от ЭВМ последовательного действия, повсеместно используемых в настоящее время, и переходу к машинам параллельного действия. А это, в свою очередь, радикально изменит методы программирования и общения человека с машиной.

Развитие логической математики выявило глубокое *родство архитектуры* логической и числовой ветвей математики и вместе с тем обнаружило существенные различия между ними в деталях. Интенсивно развивается *кванторная алгебра*, являющаяся, как выяснилось, логическим аналогом интегрального исчисления и функционального анализа. Обнаружился логический аналог аналитической геометрии и линейной алгебры — так называемая *логическая алгебра*. Алгебра предикатов выполняет роль логического аналога школьной алгебры. Буквально на наших глазах рождаются новые разделы логической математики.

В настоящее время логическая математика широко применяется в *физике интеллекта* — при формальном описании систем естественного интеллекта и в *технике интеллекта* — при разработке систем искусственного интеллекта. Эти применения порождают массу новых запросов со стороны практики к разработкам в области логической математики. В частности, в последнее время на стыке логической математики и теории категорий начали появляться новые алгебро-логические результаты, которые имеют хорошие перспективы для применений в деле автоматизации программирования. Ожидается, что эти применения приведут к существенному ускорению роста производительности труда программиста, разработке принципиально новых высокоэффективных методов составления программ для ЭВМ, формированию нового взгляда на программирование.

Изыскания в области логической математики содействуют лучшему уяснению природы интеллекта самого человека, перспектив его дальнейшего развития. Одной из важных разработок такого рода является *аксиоматическое описание* структур, обнаруживаемых в самой логической математике. Абстрактное описание объектов логической математики требует опережающей *конструктивной разработки* гораздо более сложных инструментальных логических средств, которые впоследствии сами становятся предметом аксиоматического анализа. Таким образом, открывается возможность увлекательного путешествия в бесконечные просторы *потенциальных механизмов интеллекта*, еще не реализованных в человеке. Быть может, со временем люди, используя знания, получаемые на этом пути, смогут неограниченно совершенствовать свой собственный разум.

Поступила в редколлегию 12.11.2001

**Шабанов-Кушнарченко Юрий Петрович**, д-р техн. наук, профессор кафедры программного обеспечения ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: логическая математика, теория интеллекта. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.