

применяемой в обработке сигналов, аэрокосмических приложениях, графике и виртуальной реальности. Умножение кватернионов реализуется 3D-вращением, но оно затратное (обычно 16 умножений с плавающей запятой и 12 сложений). В работе предполагается альтернативное представление кватернионов с использованием логарифмов в целях уменьшения затрат умножения.

Как логарифмы, так и кватернионы – почтенные математические понятия. После открытия каждый из них произвел революцию и правил вековой наукой и техникой и с теоретической, и с практической точки зрения (ручное вычисление). В этой работе рассматривается возможность объединения кватернионов с логарифмической системой счисления. Потребность такого подхода имеет место в различных приложениях, таких как анимационная графика, виртуальная реальность, робототехника и системы управления.

Альтернативный способ, известный как конструкция Кэли – Диксона, заключается в том, что, чтобы определить кватернион, необходимо начать с пары комплексных значений:  $\bar{Q}_0 = Q_{00} + Q_{01}i$  и

$\bar{Q}_1 = Q_{10} + Q_{11}i$  каждое из которых содержит половину информации кватерниона. Такое представление Кэли – Диксона было использовано для построения умножителя кватернионов в прямоугольной форме и использовалось, чтобы предложить альтернативное полярное представление одного угла (с помощью комплексного угла, а не действительных углов, используемых в нашей работе):

$Q = \bar{Q}_0 + \bar{Q}_1j = (Q_{00} + Q_{01}i) + (Q_{10} + Q_{11}i)j = Q_{00} + Q_{01}i + Q_{10}j + Q_{11}k$ . Как известно,  $ij = k$  дает четвертый элемент прямоугольного представления кватернионов. Для формирования сопряженного кватерниона  $Q$  в этом

представлении требуется комплексное сопряженное число  $\bar{Q}_0^*$  и комплексное отрицательное  $-\bar{Q}_1^*$ . Для формирования отрицательного требуется отрицание обеих частей:  $-\bar{Q}_0$  и  $-\bar{Q}_1$ . Если два кватерниона представлены парой комплексных значений  $Q$  и аналогично  $P = \bar{P}_0 + \bar{P}_1j$ , то результат умножения  $P$  на  $Q$  может быть описан в виде набора комплексных операций:  $\bar{R}_0 = \bar{P}_0\bar{Q}_0 - \bar{P}_1\bar{Q}_1^*$ ;  $\bar{R}_1 = \bar{P}_0\bar{Q}_1 + \bar{P}_1\bar{Q}_0^*$ . За исключением присутствия сопряженных операций, этот алгоритм похож на прямоугольный алгоритм умножения.

Новая концепция, которую называют кватернионная комплексная ЛСЧ (ККЛСЧ), заключается в замене прямоугольного представления для комплексных переменных:  $\bar{Q}_0 = Q_{00} + Q_{01}i$ ,  $\bar{Q}_1 = Q_{10} + Q_{11}i$ ,

$\bar{P}_0 = P_{00} + P_{01}i$ ,  $\bar{P}_1 = P_{10} + P_{11}i$ , с представлением КЛСЧ при тех же значениях:  $\bar{Q}_0 = \beta^{q_{00}} \text{cis}(q_{01})$ ,  $\bar{Q}_1 = \beta^{q_{10}} \text{cis}(q_{11})$ ,  $\bar{P}_0 = \beta^{p_{00}} \text{cis}(p_{01})$ ,  $\bar{P}_1 = \beta^{p_{10}} \text{cis}(p_{11})$ . Другими словами,  $P_i = \beta^{p_{00}} \text{cis}(p_{01}) + \beta^{p_{10}} \text{cis}(p_{11})j$ ,  $Q_0 = \beta^{q_{00}} \text{cis}(q_{01}) + \beta^{q_{10}} \text{cis}(q_{11})j$ .

Было доказано, что два самых естественных способа, которые можно было бы попытаться использовать в ЛСЧ для умножения кватернионов, не эффективны: во-первых, функция кватернионного логарифма не может упростить умножения, потому что умножение кватернионов не коммутативно, хотя сложение кватернионов коммутативно; во-вторых, с помощью ЛСЧ для двенадцати сложений/вычитаний, участвующих в прямоугольном определении умножения кватернионов, гораздо дороже, чем при использовании плавающей запятой. Чтобы преодолеть это, было предложено новое представление ККЛСЧ. Для кватерниона  $Q$  используется пара комплексных чисел в конструкции Кэли – Диксона, в котором каждое комплексное число представляется в КЛСЧ в логарифмическо-полярной форме. Для простой реализации с этим представлением нужны четыре КЛСЧ умножителя и два КЛСЧ сумматора, а так как ККЛСЧ сумматоры имеют общие подвыражения, оборудование может быть оптимизировано до эквивалента около по 5,5 ЛСЧ сумматоров и один ЛСЧ сумматор/вычитатель. Эти особенности могут извлечь выгоду во встраиваемых системах, которые интенсивно используют кватернионы в различных приложениях.

УДК 004.056:061.68

*А.В. Федорцов*

### ПОРЯДОК ФОРМАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЩИТОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Влияние человеческого фактора на процессы, протекающие в информационных системах различных организаций, нельзя недооценивать. Вместе с тем отсутствие четкого представления об источнике угроз (внутреннем нарушителе), ассоциируемом с указанным фактором, а также о последовательности и результатах его злоумышленных и незлоумышленных действий не позволяет осуществлять адекватное руководство защитой информации и приводит, в свою очередь, к ощутимым для организации негативным последствиям. По этой же причине

невозможно обеспечить тесную корреляцию между защитными мерами и исходящими от человека угрозами, вследствие чего проектируемые либо ранее введенные в эксплуатацию системы защиты информации не способны эффективно функционировать, как планировалось ранее. Поэтому формализация модели пользователя программно-техническими средствами организации будет способствовать достижению высокой степени уверенности в том, что поведение персонала при определенных условиях, как и потенциальные серьезные последствия (ущерб) для информационной системы, в основном прогнозируемы, что есть возможность управлять складывающейся обстановкой.

Установление параметров характеристик принимаемого на работу в организацию сотрудника является начальным этапом формализации модели пользователя программно-техническими средствами информационной системы. В качестве основы предлагается использовать модель DISC для классификации людей по типам. В общем виде DISC – четырехсекторная поведенческая модель для исследования поведения людей в окружающей их среде или в определенной ситуации. DISC позволяет рассмотреть стили поведения и предпочтения в поведении. Так как DISC не оценивает умственных способностей человека (IQ), эмоционального интеллекта (EQ), не является инструментом выявления мотивов человека, не оценивает образования, способностей и опыта, дополнительно следует использовать профильные опросные листы и тесты. После определения поведенческих типов (тип D – доминирующие, тип I – влияющие, тип S – постоянные, тип C – соответствующие) принимаемых на работу сотрудников, оценке их первичных способностей (качеств) полученные сведения обобщаются, ранжируются с применением функций принадлежности к определенным уровням представляемой для организации опасности и сводятся в таблицу. Для получения наглядного представления количественного и качественного соотношения тех или иных характеристик пользователей программно-техническими средствами целесообразно построить их портреты в виде графиков (диаграммы, рисунки), применив данные из таблицы.

Второй и последующий этапы формализации модели пользователя программно-техническими средствами, направленные на уточнение (дополнение) таблицы первоначальных характеристик сотрудников организации и исходящей от них опасности, наступают:

после назначения на различные должности (определяется выполняемая роль, категория выполняемых обязанностей и имеющихся при этом возможностей);

предоставления доступа к программно-техническим средствам (устанавливается группа пользователей, вид доступа, категория и класс

используемых программно-технических средств, категория обрабатываемой информации);

проведения контрольных мероприятий или переподготовки, повышения квалификации (выявляется фактический порядок исполнения обязанностей, реальный уровень навыков в работе, особенности поведения и мотивация совершения атаки);

перемещения на другую должность или увольнения (фиксируется уровень накопленных знаний об информационной системе и опыт продвижения по карьерной лестнице).

Полученные на каждом этапе данные, предварительно дополнив их численными значениями ущерба информационной системе в случае реализации атаки на используемые пользователем объекты, как наиболее уязвимые по отношению к нему, следует по определенным в организации правилам сопоставить с критериями внутреннего нарушителя.

Внутренние нарушители, как правило, имеют более высокий потенциал для реализации угроз информационной системе по сравнению с внешним нарушителем. Данное утверждение основывается на таких обстоятельствах, как наличие у внутренних нарушителей прав доступа, дополненных определенными полномочиями, знание обстановки (например, предпринимаемые меры и достоверно выполняемые процедуры для обеспечения информационной безопасности). Кроме того, внутренние нарушители, пользуясь доверием в соответствии с выполняемыми должностными обязанностями, имеют возможность причинять ущерб методами, которыми не располагают внешние нарушители, вынужденные дополнительно преодолевать элементы системы защиты информации. Кроме того, внутренние нарушители не ограничены в выборе цели атаки и благоприятного времени для ее совершения.

Таким образом, накопленная при формализации модели база знаний о пользователях программно-техническими средствами позволяет выявлять потенциальных внутренних нарушителей и в целом осуществлять руководство защитой информации с применением аппарата нечеткой логики, реализовывать на практике более взвешенную политику управления подчиненными должностными лицами из соображений информационной безопасности. Также полученная модель пользователя может быть использована при разработке технологии адаптивного управления программно-техническими комплексами и средствами защиты информации от атак.