

Проектирование взаимодействия человек-компьютер, психологические аспекты

Баланёв Д.Ю. (Томский государственный университет)

Одним из наиболее перспективных направлений развития современного общества является организация эффективного взаимодействия человека с информационными системами. Темпы развития компьютеризации всех аспектов человеческой деятельности сегодня чаще всего обеспечиваются усилиями специалистов в области информатики и тех отраслей, которые в наибольшей степени заинтересованы в информатизации – бизнес, машиностроение, медицина и т.д. Участие психологов в этом процессе нельзя признать адекватным – большие ожидания психологических технологий специалистами в области компьютерных наук оправдываются незначительно. Кажется даже, что направления, связанные с проектированием взаимодействия человека и компьютера выглядят как реализация усилий специалистов в области информатики, а не местом приложения сил, имеющих междисциплинарный характер.

Этот тезис, учитывая достижения психологии в области когнитивных наук, или искусственного интеллекта, носит характер провокации, однако, целью этого выступления является не перечисление уже состоявшихся достижений, а указание на противоречие между значительными возможностями психологии и недостаточным влиянием, которое она оказывает на развитие компьютерной индустрии.

Психология имеет значительный запас знаний, которые могут быть применены, но не получили еще должного приложения в компьютерных науках. Психология восприятия, мышления, организация совместной мыслительной деятельности, взаимодействие человек-машина – все эти направления психологической мысли, имеют высокий потенциал для использования при проектировании компьютерных систем и поддержки людей, использующих их.

На факультете психологии томского государственного университета мы занимаемся разработкой технологий диагностики особенностей взаимодействия человека с компьютерными системами. Методики, которые мы разрабатываем, предназначены для выявления тех стратегий, которые человек использует при решении задач, используя при этом компьютерные информационные системы.

В качестве примера можно продемонстрировать две диагностические методики, которые основаны на хорошо известных в психологии задачах.

Назначением первой методики, построенной на основании задачи ментального вращения, является выявление способов взаимодействия пользователя с интерфейсом информационной системы. Специалисты в области usability постоянно вынуждены разрешать противоречие между эффективностью включения неподготовленного, или малоподготовленного пользователя в информационную среду и способами организации профессиональной деятельности уже состоявшегося специалиста. Проблему усугубляет и тот факт, что в ходе профессиональной деятельности человек может тяготеть к различным стратегиям решения одних и тех же задач, ориентируясь на образные, или логические формы мышления. Знание того, какой способ взаимодействия с компьютерным интерфейсом предпочитает каждый конкретный пользователь, позволяет оптимально организовать его деятельность путем настройки информационной среды, и специально организованного обучения.

Задача ментального вращения, впервые предложенная американскими психологами в 1971 г., (Shepard, Metzler 1971) до сих пор привлекает внимание специалистов в области когнитивной психологии благодаря поразительному несоответствию простоты стимульной ситуации и неоднозначности интерпретации механизмов её решения. За наличием устойчивых тенденций, которые демонстрируют представители различных целевых групп испытуемых, решавших такого рода задачи, многочисленные последователи Р. Шепарда и Дж. Мецлера склонны видеть разные способы

познавательной активности. Можно даже говорить о том, что идентификация и интерпретация этих способов выделилась в отдельную тему, определяемую как "стратегии ментального вращения". Эта тема значительно расширяет исходные рамки проблемы, в названии которой заложено предположение о том, что единственным механизмом решения задачи является вполне конкретная (и даже сводимая к аффинным преобразованиям), операция с мысленным образом, источником которой являлась плоская проекция абстрактной фигуры, расположенной в 3-х или 2-х мерном евклидовом пространстве. В пользу этого предположения говорил статистически достоверный коэффициент корреляции, находимый между углом поворота двух фигур и временем, затраченным на решение задачи об их тождестве. Для российских психологов такое представление о "ментальном вращении" является методологически приемлемым – оно может быть понято как использование перенесенного во внутренний план опыта движения, манипулирования предметами. Этот опыт, полученный на ранних стадиях онтогенеза как способ освоения пространственных отношений, впоследствии становится внутренним средством действия.

После того, как в 1982 г. Р. Шепард и Л.Купер (Shepard, Cooper 1982) показали, что при решении задачи ментального вращения, адаптированной к применению с голубями в качестве испытуемых, корреляции между углом поворота фигур и временем решения не обнаружено, стало возможным говорить о принципиально различных механизмах решения. Попытки определить границы дифференциации двух этих стратегий показали, что они могут проходить и внутри одного биологического вида, как это было показано на примере *Mascas mulatta* (Köhler et al. 2005).

Нами также обнаружена "инвариантность" времени решения задачи мысленного вращения относительно угла поворота 3D фигур. При этом оказалось, что за этим эффектом, в случае с человеком, стоит два объяснения. Первое совпадает со своим аналогом, продемонстрированным в случае с животными, а второе заключается в способе решения, предусматривающем замещение стимульных объектов их схемами. Оказалось, что часть испытуемых решает задачи не "мысленным" вращением фигур, подравнивая их друг к другу, а действует методом схематизации. В этом случае, для каждой фигуры строится мысленная схема расположения её элементов. Один из способов обнаружения такой стратегии заключается в дополнении инструкции требованием вербализации хода решения задачи. Первое же несовпадение схем, которое могло проявиться уже на первых 3-4 элементах (из полутора десятков, составляющих фигуру) является критерием принятия решения об их совпадении или несовпадении. Применение такой стратегии свидетельствует о наличии психологических образований, источником которых является опыт построения схем, замещающих сложные объекты.

Три выделенных стратегии решения, в случае с решением их человеком, названы соответственно "интуитивная", "ментальное вращение" и "схематизация". Название первой стратегии из этого списка выбрано по ключевому слову, взятому из объяснений испытуемых, которые её применяли. Последовательность перечисления стратегий соответствует повышению степени организации психологических новообразований, их обеспечивающих. Оказалось, также, что в "чистом" виде ни одна из стратегий почти никогда не встречается. Чаще всего речь может идти о смешанном использовании стратегий "интуитивная – ментальное вращение" и "ментальное вращение – схематизация".

Вторая методика основана на исследованиях, посвященных проблеме компромисса между скоростью и точностью, а также амплитудой движения. Она предназначена для выявления предпочтений, которые демонстрируют пользователи информационных систем в отношении основных критериев качества интерфейса человек-компьютер: скорости работы и количеством допускаемых ошибок. Основанием для реализации методики стал закон, предложенный П.Фиттсом в 1954 году. Этот закон так часто подвергался сомнению, что в настоящее время предметом исследования стали модели, описывающие

особенности его нарушения, как это можно видеть в исследовании Zhai S., Kong J., Ren. X. (Zhai, 2004). В своей работе, также направленной на поиск факторов, расширяющих представления об уникальности ситуации, отображаемой компромиссом скорость-точность-амплитуда, мы использовали модификацию стимульной ситуации, применяемой для демонстрации закона Фиттса.

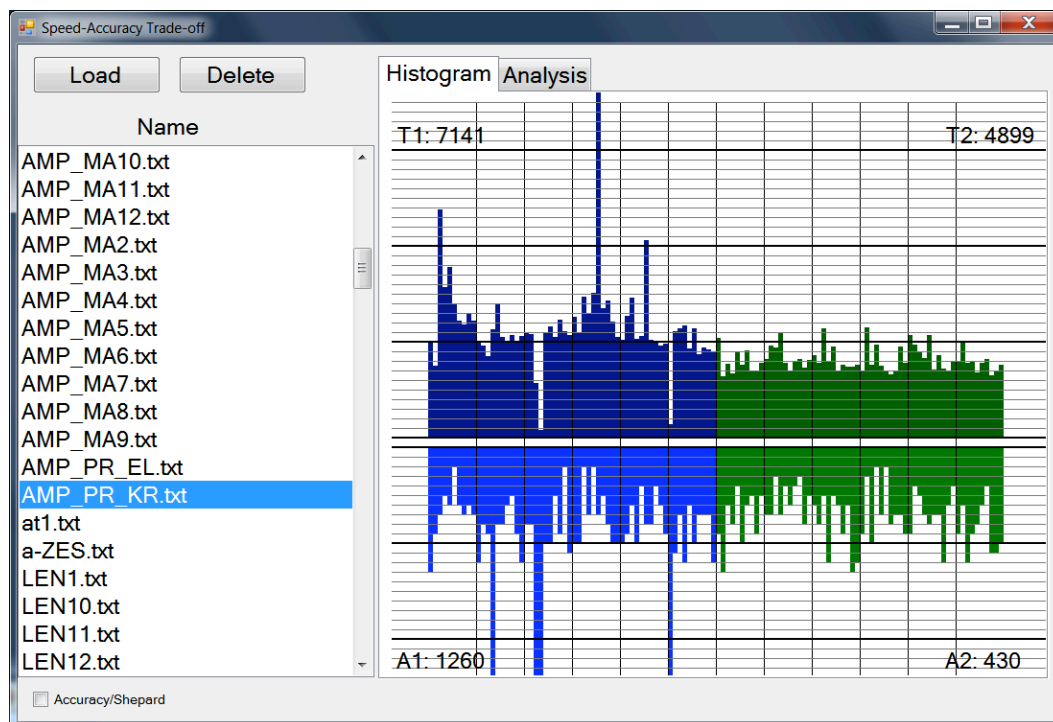
Психодиагностическая процедура реализована на карманном персональном компьютере (PDA), особенностью которого является наличие сенсорного экрана, способного не только отображать мультимедийную информацию, но и обеспечивать взаимодействие пользователя с отображаемыми на экране стимулами при помощи движений, наиболее привычных для человека.

Процедура состоит в предъявлении 120 стимульных объектов, представляющих собой эллипсы с различными характеристиками – положение центра, эксцентриситет, диаметр и т.д. Испытуемому необходимо указать центр этих фигур, прикоснувшись к нему стилусом. Стимулы предъявляются в 2 этапа, каждый из которых различается только инструкцией, получаемой испытуемым. На первом этапе необходимо действовать как можно точнее, на втором – с наибольшей скоростью. На каждом этапе предъявляются 60 стимулов, организованных в 3 повторяющихся последовательности, по 20 единиц в каждой.

Точность решения задачи оценивается в минимальных единицах разрешения сенсорного экрана: "точках". Точность представляет собой сумму точек по вертикали и горизонтали, находимых как разница между указанным испытуемым центром от его реального положения.

На первом этапе испытуемый должен выполнить задание как можно более точно, на втором этапе выполняется тот же набор заданий, но с инструкцией, делающей упор на скорость работы.

Рисунок 1. Результаты испытуемого, эффективность действий которого проявляется в условиях дефицита времени.



Для анализа результатов была разработана специальная программа. Основным средством качественного анализа мы сделали гистограмму, состоящую из четырех

основных сегментов. На рисунке 1 приведено окно программы, с активной вкладкой "Гистограмма". Верхняя половина гистограммы представляет собой набор столбцов, каждый из которых отображает соответствующее по номеру задание. Высота столбца обозначает время, затраченное испытуемым на выполнение этого задания. Горизонтальные линии сетки соответствуют десятым долям секунды, линии сетки, имеющие выделение, обозначают секунды. Нижняя часть представляет собой гистограмму, демонстрирующую значения переменной "Точность". Сетка этой части графика каждым своим делением представляет один пиксель экрана КПК, и служит указателем на величину ошибки, допущенной при выполнении задания.

Левая и правая части диаграммы соответствуют различным инструкциям. Левая часть отражает инструкцию "на точность", правая – "на скорость". Для удобства анализа левая и правая части выделены различным цветом. Это же относится к верхней и нижней части гистограммы, но здесь выделение происходит различной интенсивностью окраски.

Каждый из сегментов представлен одним обобщенным показателем: верхний левый (T1 time 1) – время решения задач "на точность", нижний левый (A1 accuracy 1) – сумма ошибок при решении задач "на точность", верхний правый (T2 time 2) – время решения задач "на скорость", нижний правый (A2 accuracy 2) – сумма ошибок при решении задач "на скорость".

Исследовав более трехсот испытуемых в различных регионах России – (республика Саха, Томская, Иркутская, Московская область), при визуальном анализе гистограмм мы обнаружили пять наиболее устойчивых типов:

1. "Оптимальный";
2. "Сверхточный";
3. "Эффективный в условиях дефицита времени";
4. "Нечувствительный к инструкции";
5. "Неэффективный".

Каждый из этих типов имеет собственное, специфическое отношение к решению задач, которое необходимо учитывать при организации взаимодействия с информационными системами, организации пользовательского интерфейса а также степени обучения, в котором нуждается пользователь информационной системы.

Библиографический список

Shepard, Metzler 1971 – Shepard R.N., Metzler J., Mental rotation of three-dimensional objects // Science, 1971. V. 171. P. 701–703.

Shepard, Cooper 1982 – Shepard R.N., Cooper L.A. Mental images and their transformations. Cambridge, MA: MIT Press, 1982.

Köhler et al. 2005 – Christian Köhler, Klaus Peter Hoffmann, Guido Dehnhardt, Björn Mauck. Mental rotation and rotational invariance in the Rhesus monkey (*Macaca mulatta*) // Brain, behavior and evolution, 2005. V. 66. P. 158-166.

Fitts P.M. The information capacity of the human motor system In controlling the amplitude of movement // J. Exp. Psychol. 1954. V.47. P. 381-391

Zhai S., Kong J., Ren. X. Speed-accuracy trade-offs in Fitts' law tasks - on the equivalency of actual and nominal pointing precision // J. Human-Computer Studies. 2004. V.61, No.6, P 823-856.