

Применение метода анаморфирования для моделирования и оценки изменений геополитических границ

Аннотация. Для анализа исходных данных и принятия обоснованного варианта решения на основе визуализации актуальной информации в геополитике предлагается использовать метод анаморфирования. Такой подход позволяет активизировать наглядно-образные механизмы мышления лица принимающего решение в сложной обстановке и уменьшает размерность пространства решения. Проводится краткий обзор известных методов анаморфирования. Рассматриваются особенности этого метода применительно к решению задачи моделирования геополитических границ. Для обоснованного задания показателей анаморфирования предлагается автоматически анализировать сообщения средств массовой информации и других информационных источников, определять темы-угрозы, динамику угроз в заданном регионе и их направленность по отношению к тем или иным странам. Намечены пути дальнейшего развития метода анаморфирования применительно к геополитическим исследованиям.

Ключевые слова: когнитивная компьютерная графика, анаморфоза, алгоритм анаморфирования, геополитическая граница.

Введение

Одним из способов быстрого анализа обстановки и принятия обоснованного варианта решения для широкого спектра практических задач является визуальное представление лицу, принимающему решение (ЛПР) необходимой для этого информации. Эта информация должна учитывать различные факторы и характеристики исследуемого процесса или явления, в качестве которых могут выступать: плотность населения, рельеф местности, гидрография, растительный покров и грунты, населенные пункты, дорожная сеть, промышленные, сельскохозяйственные, социально-культурные объекты и т.д.

Как показывается в [1] человеческое сознание использует два механизма мышления. Один из них позволяет работать с абстрактными цепочками символов, с текстами и т.п. Этот механизм мышления обычно называют символическим, алгебраическим или логическим. Второй механизм мышления обеспечивает работу с

чувственными образами и представлениями об этих образах. Его называют образным или интуитивным мышлением. Проведенные исследования [2, 3] говорят о том, что представляемая ЛПР информация, должна носить, в основном, визуальный характер - в виде визуальных информационных образов с тем, чтобы ее восприятие и обработка привела к резкому сокращению времени ее анализа и, соответственно, времени принятия обоснованного варианта решения. Кроме этого, требования к точности и объему исходных данных существенно зависят как от этапа принятия решения, так и от управленческого звена, в котором оно вырабатывается. Чем выше уровень ЛПР, тем более обобщенная и усредненная информация необходима для принятия обоснованного варианта решения, в процессе которого происходит существенный сдвиг от количественного к качественному обоснованию решения. При этом качественное решение значительно лучше и проще поддается визуализации, чем количественное, обеспечивая оперативность принятия решения при сохранении его достоверности [4].

В качестве одного из методов анализа исходных данных и принятия обоснованного варианта решения на основе визуализации актуальной информации в геополитике авторы предлагают использовать метод анаморфирования [5], относящийся к когнитивной компьютерной графике. При этом, под когнитивной компьютерной графикой понимается совокупность таких методов визуализации данных, которые позволяют активировать наглядно-образные механизмы мышления ЛПР, облегчающие принятие решения в сложной обстановке или нахождение решения сложной проблемы.

Рассмотрим такой подход подробнее. В современной геополитической науке [6] понятие географической границы трактуется не как пограничная линия, а как пограничная зона – «полоса, имеющая ненулевой пространственный объем». При компьютерном моделировании геополитических процессов планетарного и континентального масштаба необходимо определять, какой объем береговых зон Евразии попадает под контроль США и влияние каких стран усиливается или ослабевает в этих районах. Объем береговых зон на разных стратегических континентальных направлениях, согласно работе [6], рассматривается как потенциал военных угроз России, который может быстро возрасти в этих районах за счет оперативной переброски мобильных сил США.

Такое расширенное понятие географической границы, которое будем далее именовать «геополитической границей», сохраняет свое значение и на региональном уровне [6]. Геополитическая наука рассматривает границу между отдельными государствами как «зону переменного объема», величина которой зависит от общей политической континентальной динамики и локального регионального доминирования. Понятие «геополитической границы», которое в ряде работ называется «стратегической границей», может охватывать не только приграничные области отдельных государств, но и целые государства. Такое расширенное понимание геополитических границ соответствует понятию «санитарного кордона». Примером политики, в которой это понятие активно используется, может служить расширение НАТО на Восток.

Компьютерное моделирование изменений геополитических границ позволяет выявить и наглядно представить для политиков и ЛПР в

области стратегии развития государства потенциал и направления угроз безопасности России. Понимание таких угроз позволит выработать меры по их предотвращению за счет военных и невоенных мер.

В качестве средства такого моделирования предлагается использовать метод анаморфирования [7], относящийся к когнитивной компьютерной графике, которая, в свою очередь, принадлежит методам вычислительного интеллекта (ВИ, *computational intelligence*) [8], т.е. к такой совокупности технологий, моделей, методов и программных средств, которые предназначены для решения неформальных, творческих задач в различных сферах человеческой деятельности с использованием аппарата и логики, в определенной степени отождествляющих мыслительную деятельность человека (нечеткость рассуждений, качественный и интуитивный подходы, креативность, логический вывод, самообучение и т.д.) [9].

Сущность метода анаморфирования состоит в том, что исходные визуальные образы, построенные в евклидовой метрике, преобразуются (анаморфируются) на основе выбранного показателя в некоторые двумерные визуальные образы. Внутренняя структура этих визуальных образов изменяется так, что распределение выбранного показателя становится равномерным, при сохранении топологического подобия с исходным визуальным образом [10]. Исторически сложилось так, что основное применение метода анаморфирования было сосредоточено для решения задач на различных картах местности, что нашло свое отражение в его английском названии – *transformed maps, cartograms, topological cartograms*. При этом сам метод имеет намного более широкую область применения, которая определяется его особенностями.

Первые алгоритмы построения анаморфированных изображений представляли собой различные механические, гидравлические, тепловые, электрические, фотографические преобразования, которые наряду с достоинствами каждого метода (так, например, электрический метод обладает независимостью получаемого решения от исполнителя и однозначное соответствие между координатами анаморфозы и исходного изображения) имели и существенные недостатки, заключающиеся в использовании специального оборудования, не имеющего универсального характера (в отличие от ком-

пьютеров) и большой доле ручного труда, заключающегося в монтаже, наладке и эксплуатации такого оборудования.

Первые численные алгоритмы анаморфирования [7], предназначенные для реализации на компьютере и разработанные до 1985 г., имели целый ряд существенных недостатков, заключающихся: в зависимости результата от выбора направлений координатных осей и медленной сходимости (Tobler, 1979); в неформализованном выборе коэффициентов масштабирования выбранных центров изображений (Kadmon, Shlomi, 1978); в случайном порядке обработки и нового положения выбираемых вершин изображений (Петров, Сербенюк, Тикунов, 1983); в зависимости полученного результата от порядка перебора ячеек и накопления ошибок вычислений на каждом шаге алгоритма (Selvin et al., 1984) и т.д.

Алгоритм, устраняющий большинство из них, был предложен в работе [11]. В нем была рассмотрена ситуация, когда на бесконечной плоскости имеется ограниченная область (полагалось, что эта область имеет форму круга), на которой плотность распределения показателя отличается от средней по всей плоскости (на остальной части плоскости плотность совпадает со средней). При анаморфировании сдвиги точек меньше для тех из них, которые расположены дальше от указанной части плоскости. В [7] показано, что при таком определении влияния ячейки на вершины, которое уменьшается с увеличением расстояния, рассматриваемый алгоритм будет сходиться быстрее. В качестве ячеек используются любые связанные области произвольной формы. Если расстояние от центра ячейки до вершины больше чем $\sqrt{s_i/\pi}$, где s_i – площадь i -й ячейки, то ее влияние на эту вершину обратно пропорционально расстоянию. Длина вектора сдвига вершины под влиянием ячейки, расстояние от центра которой r , равно $(R_i - \bar{R}_i) \cdot R_i/r$, где $R_i = \sqrt{s_i/\pi}$, $\bar{R}_i = \sqrt{\bar{s}_i/\pi}$, $\bar{s}_i$ – площадь, которую ячейка должна иметь на анаморфозе в соответствии с плотностью распределения рассматриваемого показателя ($\bar{s}_i = s_i \cdot \rho_i/\bar{\rho}$ где ρ_i – плотность показателя в ячейке i , $\bar{\rho}$ – средняя плотность показателя по всей территории). Если расстояние от центра ячейки до вершины меньше чем $\sqrt{s_i/\pi}$, то зависимость влияния от расстояния выбирается так, чтобы она была дифференцируемой для всех $r > 0$.

Дальнейшие исследования [7] привели к разработке такого варианта алгоритма построения анаморфоз, который эффективно работает в режиме реального времени.

Рассмотрим математическую постановку задачи анаморфирования. Определим D как область на плоскости R^2 (площадная фигура, построенная на основе выбранного показателя), которая должна быть анаморфирована, при этом распределение выбранного показателя описывается функцией $p(z)$, определенной на части D ($z = (x, y) \in R^2$). Положим, что функция плотности $p(z)$ определена на всей R^2 . Для этого можно определить $p(z)$ как постоянную вне области D (среднее значение $\bar{p}$ функции $p(z)$ по области D).

Анаморфозу можно задать следующим отображением:

$$h: R^2 \rightarrow R^2 (h: (x, y) \mapsto (u, v))$$

или непрерывными, взаимно-однозначными функциями $U(x, y) = u$ и $V(x, y) = v$.

Тогда коэффициент изменения площади в окрестности точки $z = (x, y)$ преобразованием h будет равен:

$$J = J(U, V) = \frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \frac{\partial V}{\partial x}. \quad (1)$$

Условие $p(x, y) = \bar{p} = const$ может быть записано как $J(U, V) = p(x, y)/\bar{p}$, тогда задача нахождения анаморфозы сводится к решению уравнения:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{p(x, y)}{\bar{p}}, \quad (2)$$

для которого $U(x, y)$ и $V(x, y)$ определяют взаимно однозначное преобразование [7].

В результате такого преобразования каждая площадная фигура преобразуется в соответствии с заданной функцией, что ведет к изменению всей области D .

Трудности численного построения анаморфоз заключаются в следующем:

- необходимо контролировать сохранение взаимной однозначности преобразованных площадных фигур;
- из (2) следует, что существует бесконечно много преобразований, удовлетворяющих этому условию, т.е. условие выравнивания заданной плотности не определяет анаморфозу однозначно.

Построенное анаморфированное изображение без нарушения постоянства плотности

может быть изменено применением любого преобразования, которое сохраняет площадь:

$(u, v) \mapsto (k \cdot u, k^{-1} \cdot v)$ - растяжение вдоль одной из осей и сжатие вдоль другой с одним и тем же коэффициентом;

$(u, v) \mapsto (u + f(v), v), (u, v) \mapsto (u, v + g(u))$

- сдвиг горизонтальных и вертикальных прямых вдоль самих себя на различные расстояния.

При построении анаморфоз можно использовать условие конформности преобразования (1), изменяющее все расстояния умножением на один и тот же коэффициент, не зависящий от направления (с сохранением углов между прямыми линиями). Преобразование, которое локально изменяет все расстояния умножением на $\sqrt{\rho(x, y)}$, единственно и не зависит от выбора системы координат [7].

Условие конформности преобразования (2) может быть представлено как:

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 = \rho(x, y) \\ \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 = \rho(x, y). \end{cases} \quad (3)$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \cdot \frac{\partial U}{\partial y} = 0$$

Необходимо заметить, что конформное преобразование с коэффициентом линейного растяжения $\sqrt{\rho(x, y)}$ (или с коэффициентом изменения площадей, равным $\rho(x, y)$) существует не всегда, что следует из сравнения количества неизвестных функций с количеством уравнений, определяющих такое преобразование (3). Это условие состоит из трех уравнений относительно двух неизвестных функций $U(x, y)$ и $V(x, y)$. Обычно такая система не имеет решений. Для существования такого преобразования необходимо, чтобы функция плотности $\sqrt{\rho(x, y)}$ удовлетворяла уравнению:

$$\Delta \ln \rho \equiv \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \rho / \partial x}{\rho} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \rho / \partial y}{\rho} \right) = 0,$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ - лапласиан.

Это уравнение означает что кривизна, определенная метрикой $\rho(x, y)(dx^2 + dy^2)$, должна быть равна нулю. Таким образом, возникает задача поиска среди различных преобразований того, которое инвариантно к любой замене декартовой системы координат и конформно [7].

Анализируя недостатки существующих алгоритмов анаморфирования и сущности их работы, можно сделать вывод о том, что числен-

ная реализация алгоритма должна учитывать следующие моменты.

1. Необходимо, чтобы на каждом шаге на величину сдвига точек (вершин ячеек) влияли все ячейки разбиения. Для этого необходимо, чтобы на каждом шаге сдвиг точки был равен векторной сумме сдвигов от влияния отдельных ячеек.

2. Влияние ячейки на точку должно состоять в ее перемещении вдоль прямой, соединяющей ее с некоторой точкой ячейки (например, с ее центром масс). Такое условие связано с требованием инвариантности алгоритма по отношению к выбору системы координат.

3. Перемещение точки под влиянием ячейки должно убывать с увеличением расстояния от этой ячейки.

С учетом приведенных замечаний приведем алгоритм, работающий в режиме реального времени, при условии, что в качестве общего числа ячеек N принимаются связанные области произвольной формы, граница каждой такой области описана вершинами.

Пусть произвольная ячейка имеет площадь $s_i = 0,5 \cdot [(x_{i1} - x_{i2})(y_{i1} - y_{i2}) + \dots + (x_{i(n-1)} - x_{in})(y_{i(n-1)} - y_{in})]$, а $\rho_i(x, y) = \rho_i$. Тогда в случае анаморфирования она должна быть преобразована таким образом, чтобы ее площадь стала равной $\bar{s}_i = \rho_i / \bar{\rho}$, где $\bar{\rho}$ - среднее или любое другое, заранее определенное значение показателя на единицу площади. Для удобства вычислений положим, что ячейка имеет форму круга радиуса $R = \sqrt{s_i / \pi}$. В результате естественного анаморфирования с помощью гомотетии этот круг переводится в круг радиуса $\bar{R} = \sqrt{\bar{s}_i / \pi}$, сохраняя значение показателя по всей остальной площадной фигуре. Возьмем полярную систему координат с началом в центре круга, в ней анаморфирование осуществляется при переводе вершины (r, φ) в вершину $(\bar{r}, \bar{\varphi})$:

$$\bar{r} = \begin{cases} \left(\frac{\bar{R}}{R}\right) \cdot r & \text{при } r \leq R \\ \sqrt{r^2 + (\bar{R}^2 - R^2)} & \text{при } r > R, \end{cases}$$

где $(\varphi = \bar{\varphi})$, r - расстояние между рассматриваемой вершиной ячейки и центром влияющей ячейки.

Влияние центра одной ячейки на любую вершину другой ячейки выражается в сдвиге этой вершины на расстояние $r \cdot (\bar{R}/R - 1)$ при $r \leq R$ и $\sqrt{r^2 + (\bar{R}^2 - R^2)} - r$ при $r > R$. Это влияние описывается радиус-вектором верши-

ны многоугольника $\vec{\omega}$ с началом в центре ячейки, умноженным на коэффициент $(\bar{R}/R - 1)$ при $r \leq R$ или $\sqrt{1 + (\bar{R}^2 - R^2)/r^2} - 1$ при $r > R$. В качестве центра ячейки может выбираться ее геометрический центр или точка пересечения медиан – центр тяжести многоугольника и т.п.

Поскольку невозможно получить за один шаг преобразование, дающее требуемую анаморфозу, переходят к итерационным процедурам, которые на каждом шаге учитывают отклонение плотности от постоянной на всей площадной фигуре и корректируют ее. Таким образом, алгоритм анаморфирования можно описать следующим образом. На каждом шаге последовательно вычисляется векторная сумма влияний центра выбранной ячейки на свои и все остальные вершины и центры многоугольных ячеек, составляющих изображение, которые перемещаются в соответствии с полученными векторами сдвигов. Для полученной конфигурации вычисляются новые площади ячеек. Итерационный процесс прекращается, когда все относительные отклонения площадей ячеек становятся меньше заданной величины ε .

На основе приведенного выше алгоритма, созданного С. М. Гусейн-Заде и В. С. Тикуновым [7], в [12] разработаны и подробно исследованы два варианта модифицированного алгоритма анаморфирования (МАО), а также работа таких алгоритмов с интегральным показателем анаморфирования, представляющим собой свертку N локальных показателей различной физической природы с учетом их важности и сбалансированности в евклидовых расстояниях метрики.

В первом варианте (МАО-1) на этапе подготовки данных используется специальным образом сконструированная логистическая функция, позволяющая избежать нарушения целостности получаемого изображения. Подробное исследование особенностей работы МАО-1 и подходы к конструированию различных функций нормировки исходной матрицы, построенной на основе выбранного показателя/показателей, приведено в [12], где показано, что в случае наличия времени на проведение расчетов целесообразно использовать МАО-1, так как он позволяет провести построение анаморфозы с любой заранее заданной степенью точности ε .

Во втором варианте (МАО-2), наряду с логистической функцией, в расчетной части алгоритма используется обученная искусственная

нейронная сеть (ИНС) с одним скрытым слоем, позволяющая значительно сократить время его работы при допустимой потере точности вычислений. Показано, что в случае требования работы алгоритма в реальном режиме времени следует использовать МАО-2. При несущественной потере точности построения преобразования ($\varepsilon = 0,1$) МАО-2 на компьютере, с параметрами P3-700 MHz/DDR233-128 MB, строит анаморфозу матрицы размерностью 250x250 ячеек, в среднем, за 2 с. Выбор, обоснование и подробное исследование структуры ИНС, параметров функции активации, процесса ее обучения (в том числе формирования обучающего, тестового и контрольного множества примеров) и особенности работы в составе алгоритма анаморфирования, рассмотрены в [12].

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что алгоритм анаморфирования может служить удобным инструментом визуализации актуальной геополитической информации. При этом основной задачей является определение показателей влияния геополитических факторов, которая выше была обозначена как ρ . Исходя из вышеизложенного, можно предложить следующий вариант решения, который проиллюстрирован Рис. 1.

1. Строится модель геополитической обстановки (в виде орграфа, сетей Петри, когнитивных карт и других форм представлений), на основании которой определяются показатели анаморфирования.

2. Анализируются сообщения СМИ, социальных сетей, других информационных источников, определяются темы-угрозы, анализируется динамика угроз в каком-то регионе и их направленность по отношению к тем или иным странам. На основе этой информации автоматически определяются показатели для построения анаморфозы.

Сравнение предложенных вариантов приводит к следующим выводам.

1. Экспертный метод несет в себе большую долю субъективизма эксперта и является достаточно медленным.

2. Построение модели геополитической обстановки требует значительных усилий не только экспертов данной предметной области, но и привлечение большого числа специалистов, разрабатывающих сложные модели и когнитивные карты, что значительно влияет на время определения показателей анаморфирования.

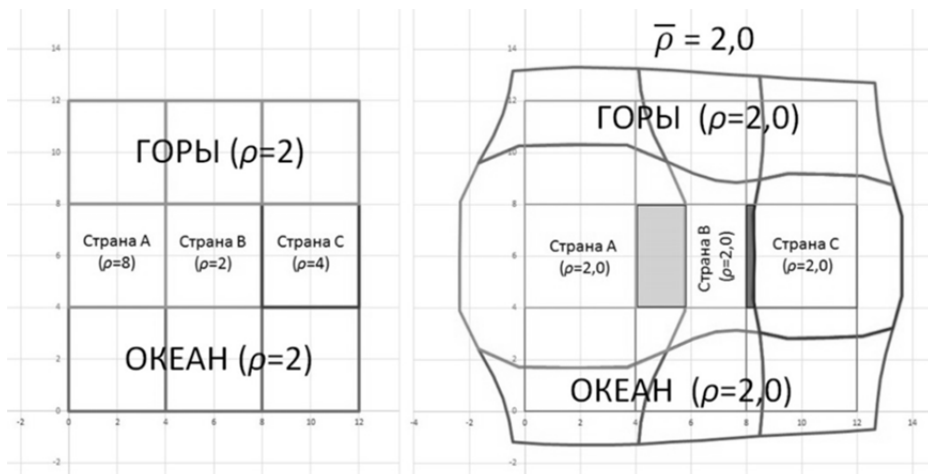


Рис. 1. Анаморфирование объектов с различными показателями

3. Определение тем-угроз и динамики их изменения в рассматриваемом регионе требует участия эксперта лишь при определении списка тем-угроз и последующего этапа автоматического сбора, анализа и определения показателей анаморфирования. Очевидно, что третий способ является наименее затратным с точки зрения привлечения различных специалистов, субъективизма экспертов и времени определения показателей анаморфирования. Вопросы реализации необходимых методов, сбора и анализа различных текстовых сообщений в настоящее время проработаны в [13].

С точки зрения рассматриваемой модели изменения геополитических границ большой интерес представляет обратная задача: определить, какие «силы» надо приложить к ячейкам, изображающим страны, чтобы сместить геополитическую границу в интересующем ЛПР направлении. Для этого можно использовать метод обратного анаморфирования [12]. Более глубокая проработка данного вопроса может быть предметом дополнительного исследования.

Можно также отметить, что результаты данного анализа могут использоваться для комплексного анализа геополитической ситуации, например, с использованием метода анализа иерархий.

Литература

- Поспелов Д.А. Фантазия или Наука. На пути к искусственному интеллекту. М.: Наука. 1982.
- Глезер В. Д., Цукерман И. И. Информация и зрение. М.: АН СССР. 1961. 347 с.
- Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика/Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука. 1991. 192 с.
- Урсул А. Д. Информация. Методологические аспекты. М.: Наука. 1971. 130 с.
- Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Создание анаморфированных изображений для географических исследований // Вестник МГУ. Сер. «География». 1992. №4, С. 43-52.
- Сергеев Н.А. Моделирование и оценка эффективности технического обеспечения. Ч. 1. Концептуальные основы разработки системы военной безопасности Российской Федерации в новых военно-политических условиях: Учебное пособие. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2004. 367 с.
- Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Анаморфозы: что это такое? М.: Эдиториал УРСС. 1999.
- Bezdek J.C. "What is computational intelligence?" in Computational Intelligence Imitating Life. Zurada, J. M., R. J. M. II, and C. J. Robinson, Eds., IEEE Press, New York, 1-12, 1994.
- Зайченко Ю., Згуровский М. Системный анализ направлений вычислительного интеллекта. International Journal "Information Content and Processing", Volume 1, Number 3, 2014. pp. 220.
- Терехов В.И. Применение когнитивной компьютерной графики для визуализации актуальной информации лицам, принимающим решение // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012. с. 109 – 119.
- Dougenik J. A., Chrisman N. R., Niemeyer D. R. An algorithm to construct continuous area cartograms // Prof. Georg., 1985, 37, №1, p.p. 224-230.
- Терехов В. И. Применение когнитивной компьютерной графики в системах поддержки принятия решения должностных лиц органов военного управления. Монография. М.: Издательство «Общевойсковая академия ВС РФ». 2012. 150 с.
- Технологии и инструментальные средства автоматизированной обработки электронных текстовых массивов для задачи мониторинга правоприменительной практики. / А.М. Андреев, Д.В. Березкин, К.В. Симачов, Шаров Ю.Л. // Аналитический вестник Аналитического управления Аппарата Совета Федерации. № 9 (395). 2010. С.64 – 73.

Березкин Дмитрий Валерьевич. Доцент кафедры «Компьютерные системы и сети» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (МГТУ). Окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1990 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: более 100. Область научных интересов: проектирование баз данных и знаний, компьютерная лингвистика, системный анализ и проектирование сложных систем. E-mail: berezkind@bmstu.ru

Терехов Валерий Игоревич. Доцент кафедры «Системы обработки информации и управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Окончил МГУ им. М. В. Ломоносова в 1984 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: более 100 и пять монографий. Область научных интересов: когнитивная компьютерная графика, вычислительный интеллект. E-mail: terekchow@bmstu.ru

An anamorphic method application for modeling and assessing geopolitical border changes

D.V. Berezkin, V.I. Terekhov

Abstract. This paper proposes to use anamorphic methods for the initial data analysis and informed decision making based on the actual geopolitical information visualization. This approach allows visual-shaped arrangements of the person's mindset, which makes decision in complex situation to be activated. The approach also allows the solution space dimension to be reduced. The paper provides a brief overview of existing anamorphic methods and describes the proposed method. There are shown features of this method with regards to the geopolitical borders modeling. For a reasonable anamorphic parameter set, the paper proposes automatically analyze mass media reports and other information sources, define threat topics, threat dynamics in the region and their direction in relation to certain countries. The paper shows next steps for the anamorphic method improvement for the geopolitical studies.
Keywords: cognitive computer graphic, anamorphosis, anamorphic algorithm, geopolitical border.

References

1. Pospelov D. A. Fantazija ili Nauka. Na puti k iskusstvennomu intellektu. –M.: Nauka, 1982.
2. Glezer V. D., Zukerman I. I. Informazija i zrenie. –M.: AN SSSR, 1961. –347 s.
3. Zenkin A. A. Kognitivnaja computernaja grafika/Pod red. D. A. Pospelova. M.: Nauka, 1991. 192 s.
4. Ursul A. D. Informazija. Metodologicheskie aspekty. –M.: Nauka, 1971. –130 s.
5. Gusein-Zade S. M., Tikunov V. S. Sozdanie anamorfovannykh izobrazhenij dlja geograficheskikh issledovaniy //Vestn. Mosk. Un-ta, ser. geogr., 1992, №4, s. 43-52.
6. Sergeev N. A. Modelirovanie i ocenka effektivnosti tekhnicheskogo obespecheniya. Ch. 1. Konceptualnye osnovy razrabotki sistemy voennoi besopasnosti Rossijskoi Federacii v novish voenno-politicheskikh usloviyakh: Uchebnoe posobie. –M.VA RVSNI im. Petra Velikogo, 2004, –367 s.
7. Gusein-Zade S. M., Tikunov V. S. Anamorfozy: chto eto takoe? –M. Editorial URSS, 1999.
8. J.C. Bezdek, "What is computational intelligence?" in Computational Intelligence Imitating Life. Zurada, J. M., R. J. M. II, and C. J. Robinson, Eds., IEEE Press, New York, 1–12, 1994.
9. Zaichenko Y., Zgurovsky M. Sistemnyi analiz napravleniy vychislitel'nogo intellekta. International Journal "Information Content and Processing", Volume 1, Number 3, 2014. pp. 220.
10. Terekhov V. I. Primenenie kognitivnoi computernoj grafiki dlja vizualizacii aktualnoi informacii lizam, prinyimaychim reshenie // Vestnik MGTU im. Bauman. Ser. "Priborostroenie", 2012, s. 109-119.
11. Dougenik J. A., Chrisman N. R., Niemeyer D. R. An algorithm to construct continuous area cartograms // Prof. Geogr., 1985, 37, №1, p.p. 224-230.
12. Terekhov V. I. Primenenie kognitivnoi computernoj grafiki v sistemakh podderjki printija recheniya dolnostnich liz organov voennogo upravleniya. Monografija. –M.: Izdatelstvo "Obchevoiskovaja academia VS RF", 2012, –150 s.
13. Tekhnologii i instrumentalnye sredstva avtomatizirovannoi obrabotki elektronnykh tekstovykh massivov dlja zadachi monitoring pravoprimenitelnoi praktiki. /A. M. Andreev, D. V. Berezkin, K. V. Simakov, Y. L. Scharov //Analiticheskij vestnik Analiticheskogo upravleniya Apparata Soveta Federacii, №9 (395), 2010, s. 64-73.

Berezkin Dmitry Valerevich. Associate professor of Computer systems and networks Department at Bauman Moscow State Technical University. Ph.D. (Engineering). 1990, Bauman Moscow State Technical University. About 100 publications. Database design and knowledge, computational linguistics, systems analysis and design of complex systems.

Terekhov Valery Igorevich. Associate professor of Information Processing and Control Systems Department at Bauman Moscow State Technical University. Ph.D. (Engineering), Associate professor. 1984, Moscow Electrotechnical Institute of Communications, 1996 Lomonosov Moscow State University. About 100 publications, 5 monographs. Cognitive computer graphics, computational intelligence.