

ГИПОТЕЗА О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОБЛАСТЕЙ ЗРИТЕЛЬНЫХ ПРИОРИТЕТОВ В БИЦЕНТРИЧЕСКОМ МОНОФОКУСНОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

Котова Е.А., Столчнев В.К., Пылькин А.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», Рязань, Россия (390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1), e-mail: rgrtu@rsreu.ru

Бицентрическое монофокусное полупространство (БМП) есть субъективная модель представления традиционного трёхмерного пространства человеческим сознанием. Основным направлением исследований БМП-подхода является преобразование параллельного переноса объектов вдоль радиус-вектора фокуса в направлении начала координат. При этом смещённый объект должен полностью загоразивать исходный. Выдвигается предположение о том, что необходимо закрывать каждую область исходной поверхности соответствующей областью смещённой в первую очередь от того глаза (зрительного центра), который ярче выявляет в ней различия. Каждая точка пространства находится в ареале, контролируемом в большей степени одним из зрительных центров или обоими приблизительно в равной степени. Тогда выделяются три области точек пространства, над которыми в процессе их обозрения доминируют зрительные центры. Это области зрительных приоритетов или LOR-области. В данной работе представлены результаты исследования LOR-областей человека в виде гипотезы, предлагающей способ их распределения.

Ключевые слова: бицентрическое монофокусное полупространство (БМП), зрительный приоритет, LOR-область.

THE BICENTRIC MONOFOCAL HALF-SPACE DISTRIBUTION OF THE REGIONS OF THE OPTIC PRIORITIES HYPOTHESIS

Kotova E.A., Stolchnev V.K., Pylkin A.N.

Ryazan state radio engineering University, Ryazan, Russia (390005, Ryazan, street Gagarina, 59/1), e-mail: rgrtu@rsreu.ru

The bicentricmonofocal half-space (BMHS) is a subjective model representing the traditional three-dimensional space by the human consciousness. The main trend of research in the BMHS-approach is the parallel transport transformation of objects moving along the focal radius-vector directed to the origin. In this case, the displaced object should completely cover the source object. It is conjectured that it is necessary to cover each area of the source surface by the corresponding area of the displaced surface primarily from the eye (the visual center) better identifying differences in it. Each point in the space is located in the area mainly controlled by the one of the visual centers or approximately equally both of them. Then there are there areas of the space points over which the visual centers are dominating during the observation process of them. These areas are the regions of the visual priorities, or LOR-regions. This paper represents the results of the study of the human LOR-regions as a hypothesis offering the method for their distribution.

Key words: bicentricmonofocal half-space (BMHS), optic priority, LOR-region.

Бицентрическое монофокусное полупространство (БМП) – субъективная модель представления традиционного трёхмерного пространства человеческим сознанием. Суть параллельного переноса в БМП [2] заключается в том, что некоторый объект переносится вдоль радиус-вектора фокуса на расстояние, равное расстоянию между точками исходного и смещённого фокуса в направлении начала координат. При этом считается, что первоначально человек видел предмет, сфокусировав глаза в точке исходного фокуса, а в конце – в точке смещённого фокуса. Хотя предмет, как и фокус, должен переместиться, наблюдателю должно казаться, что исходный и перемещённый объекты одинаковы или что

предмет вообще не был перемещён. То есть объект в результате перемещения должен на самом деле исказиться, чтобы казаться человеку эквивалентным своему состоянию в начальном положении.

Хотя человек, обладая *бинокулярным зрением*, видит каждую точку пространства под двумя ракурсами, его сознание объединяет два полученных изображения в *единый корковый образ* [5]. При параллельном переносе в БМП смещённый объект должен полностью загораживать исходный, поэтому было выдвинуто предположение о том, что необходимо закрывать каждую область исходной поверхности соответствующей областью смещённой в первую очередь от того глаза, который ярче выявляет в ней различия [4].

Получается, что каждая точка пространства находится в ареале, контролируемом в большей степени одним из зрительных центров или обоими приблизительно в равной степени. Важно отметить, что при этом центры устремлены в точку исходного или смещённого фокуса, принадлежащую радиус-вектору исходного фокуса (поскольку радиус-вектор смещённого фокуса принадлежит ему, сонаправлен с ним и не превышает его длины). Тогда выделяются три области точек пространства, над которыми в процессе их обозрения доминируют зрительные центры. Это *области зрительных приоритетов* или *LOR-области* [3].

Зрительный приоритет правого центра распространяется на ареал БМП под контролем правого зрительного центра. *Зрительный приоритет левого центра* соответствует доминированию левого зрительного центра в заданной области пространства. *Зрительный приоритет начала координат*, или *зрительный приоритет среднего центра*, – это равноправный обзор определённой части пространства обоими зрительными центрами.

Исходная точка и соответствующая ей смещённая точка относятся к области зрительного приоритета одного и того же центра [3].

Цель исследования

Предстоит выяснить, каким образом следует выделять области зрительных приоритетов, распределяя между ними всё доступное полупространство.

Материалы и методы

Исследование представляет собой логические рассуждения с выводами и математические расчёты на основе данных и принципов, описанных в положениях БМП-подхода [1].

Положение 22 БМП-подхода [1] гласит, что точки исходного и смещённого фокуса лежат на одной прямой, содержащей радиус-вектор исходного фокуса, а положение 27 БМП-подхода [1] заключает, что исходная точка и соответствующая ей смещённая точка относятся к области зрительного приоритета одного и того же центра. Эти утверждения позволяют сделать следующий вывод: распределение *LOR-областей* зависит не столько от координат x_0 ,

$y_0 \geq 0$ и z_0 точки фокуса F по осям OX , OY и OZ соответственно, сколько от направления радиус-вектора $\mathbf{OF} = \mathbf{f}$ фокуса F , выражающегося величинами его углов α , β и γ наклона к соответствующим координатным осям OX , OY и OZ (см. положение 18 БМП-подхода [1]). Знание координат x_0 , $y_0 \geq 0$ и z_0 в этом случае необходимо только для построения радиус-вектора \mathbf{f} для дальнейшего определения углов α , β и γ . Поскольку существенным оказывается лишь само направление радиус-вектора \mathbf{f} фокуса F (а именно, углы α , β и γ), *распределение областей зрительных приоритетов будет одинаковым для всех точек фокуса F , принадлежащих одной прямой OF , проходящей через начало координат O .*

Было рассмотрено 5 случаев распределения LOR -областей, связанных с направлением радиус-вектора \mathbf{f} фокуса F .

Случай 1. Человек смотрит прямо перед собой, и его взгляд сосредоточен на некоторой точке на уровне горизонта, равноудалённой от обоих глаз. В терминах БМП-подхода это означает, что точка фокуса F принадлежит горизонтальной оси OY ($F \in OY \Rightarrow OF \in OY \Rightarrow \mathbf{f} \in OY$): $x_0 = 0$, $z_0 = 0$, $y_0 \geq 0$, а $F(0; y_0; 0)$ – координаты точки фокуса.

Случай 2. Особняком стоит случай расположения точки фокуса в начале координат, когда $F = O(0; 0; 0)$ – тогда человек сводит глаза к носу, причём настолько, что они видят только переносицу с разных сторон в попытке смотреть друг на друга. В реальности этот идеальный случай не достижим, и точка фокуса F всё равно имеет небольшое ненулевое значение ординаты $y_0 > 0$. Хотя, если предположить существование такого момента, субъект не будет способен различать ничего внятно, следовательно, наблюдение исходной и смещённой поверхности вообще будет лишено смысла. Для выделения исключительности данного случая можно условно отнести все точки БМП к одной LOR -области, и пусть это будет ареал влияния среднего центра O .

Все три зрительных центра – L , O , R – принадлежат одной оси OX . Сложно сказать, что будет видеть человек, если точка фокуса находится на этой оси: $F \in OX$. Очевидно, что в случае расположения F на отрезке между глаз имеет место та же ситуация, что и при $F = O$. Если в идеале человек смотрит обоими глазами вправо, наблюдая точку на положительной полуоси OX , или же влево, глядя на точку фокуса F на отрицательной части OX , субъект должен видеть только правые или левые границы своих глазниц. Тогда точки полупространства сложно будет отнести к области влияния только одного левого центра L , если человек смотрит вправо, или к ареалу правого центра R , когда наблюдатель смотрит влево, хотя это на первый взгляд логично. Оба глаза находятся в одинаковом положении, причём ничего существенного различить не могут – случай спорный, и всё полупространство следует условно закрепить за средним центром O .

Случай 3. Человек концентрирует свой взгляд на линии горизонта и наблюдает на ней точку, находящуюся на разном расстоянии от своих глаз. В терминах БМП-подхода это означает, что точка фокуса F принадлежит горизонтальной плоскости XOY ($F \in XOY \Rightarrow OF \in XOY \Rightarrow \mathbf{f} \in XOY$). Следует отметить, что ось абсцисс также лежит в горизонтальной плоскости ($OX \in XOY$), но вариант расположения точки фокуса F на ней ($F \in OX$) уже был рассмотрен ранее – это случай № 2. Ось ординат тоже находится в координатной плоскости XOY : $OY \in XOY$, и, когда точка фокуса F ей принадлежит ($F \in OY$), возникает случай № 1. Значит, на текущий момент следует исключить уже рассмотренные варианты.

Случай 4. Ещё один исключительный случай, когда теоретически человек остановил свой взгляд во фронтальной плоскости XOZ . Конечно, где бы ни находилась точка в этой плоскости, кроме контуров собственных глазниц, субъект не будет способен что-либо различить. Однако данная ситуация всё же представляет интерес для распределения зрительных приоритетов, поскольку ранее рассматривались случаи расположения точки фокуса в вертикальной и горизонтальной плоскостях YOZ и XOY соответственно. В терминах БМП-подхода это выражается как то, что точка фокуса F принадлежит фронтальной плоскости XOZ ($F \in XOZ \Rightarrow OF \in XOZ \Rightarrow \mathbf{f} \in XOZ$). Следует отметить, что ось абсцисс также лежит во фронтальной плоскости ($OX \in XOZ$), но вариант расположения точки фокуса F на ней ($F \in OX$) уже был рассмотрен ранее – это случай № 2. Ось аппликат тоже находится в координатной плоскости XOZ : $OZ \in XOZ$, и, когда точка фокуса F ей принадлежит ($F \in OZ$), возникает случай № 1. Значит, на текущий момент следует исключить уже рассмотренные варианты.

Случай 5. Случай общего вида, когда человек наблюдает произвольную точку пространства, не принадлежащую координатным плоскостям, поскольку все эти случаи были ранее рассмотрены.

Результаты и их обсуждение

По итогам проведённых исследований была сформулирована гипотеза о распределении областей зрительных приоритетов, положения которой приведены ниже.

Положение 1. Распределение областей зрительных приоритетов будет *одинаковым* для всех положений точки фокуса $F(x_0; y_0; z_0)$, в пределах одной прямой OF , проходящей через начало координат $O(0; 0; 0)$ ($O \in OF$) и, следовательно, содержащей радиус-вектор фокуса: $\mathbf{f} = \mathbf{OF} \in OF$.

Положение 2. Каждой точке $T(x; y; z)$ в БМП сопоставляется некоторый зрительный центр $A(k; 0; 0)$, где k – абсцисса точки A , равная d , $-d$ или 0 ($2d$ – межцентровое расстояние, а d – его половина). A соответствует среднему центру $O(0; 0; 0)$, правому центру $R(d; 0; 0)$

или левому центру $L(-d; 0; 0)$. Этот зрительный центр A получает *приоритет во влиянии на точку T* .

Положение 3. Через вертикальную ось OZ перпендикулярно координатной плоскости XOY проходит *вертикальная плоскость вращения ζ* (уравнение: $x - y \cdot x_0/y_0 = 0$), содержащая радиус-вектор \mathbf{f} фокуса $F(x_0; y_0; z_0): O(0; 0; 0) \in \mathbf{f} \in \zeta$, ζ перпендикулярно XOY , $OZ \in \zeta$ – см. рис. 1. При нулевой абсциссе $x_0 = 0$ точки фокуса F плоскость ζ не различима, потому что совпадает с координатной плоскостью YOZ ($\zeta = YOZ$). Если абсцисса $x_0 \neq 0$ и ордината $y_0 \neq 0$ точки фокуса F не равны нулю, то проявляется вращение плоскости ζ вокруг оси OZ .

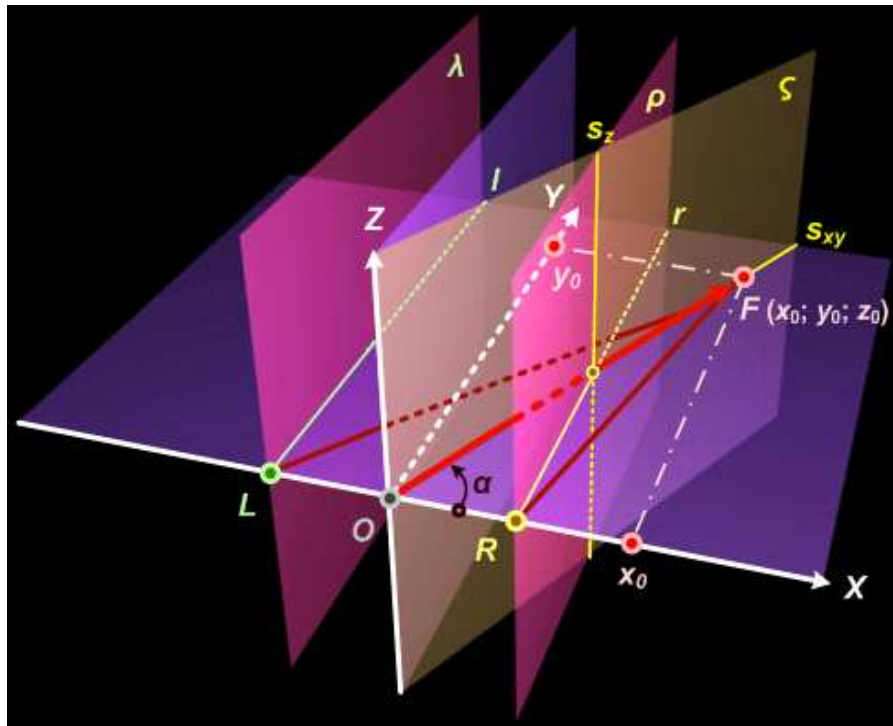


Рисунок 1. Точка фокуса F в плоскости XOY

Точка $T(x; y; z)$, принадлежащая ζ ($T \in \zeta$), относится к *среднему центру $O(0; 0; 0)$* . Если точка T локализуется *правее плоскости ζ* , то она находится под контролем *правого зрительного центра $R(d; 0; 0)$* . А *левый центр $L(-d; 0; 0)$* имеет приоритет во влиянии на точку T , когда она расположена *левее плоскости ζ* .

Случай № 3 концентрирует внимание на плоскости ζ , когда $x_0 \neq 0$, $y_0 \neq 0$, а $z_0 = 0$ – см. рис. 1.

Положение 4. Через горизонтальную ось OY перпендикулярно координатной плоскости XOZ проходит *горизонтальная плоскость вращения γ* (уравнение: $x - z \cdot x_0/z_0 = 0$), содержащая радиус-вектор \mathbf{f} фокуса $F(x_0; y_0; z_0): O(0; 0; 0) \in \mathbf{f} \in \gamma$, γ перпендикулярно XOZ , $OY \in \gamma$ – см. рис. 2. При нулевой абсциссе $x_0 = 0$ точки фокуса F плоскость γ не различима, потому что совпадает с координатной плоскостью YOZ ($\gamma = YOZ$). Если абсцисса $x_0 \neq 0$ и

аппликата $z_0 \neq 0$ точки фокуса F не равны нулю, то проявляется вращение плоскости γ вокруг оси OY .

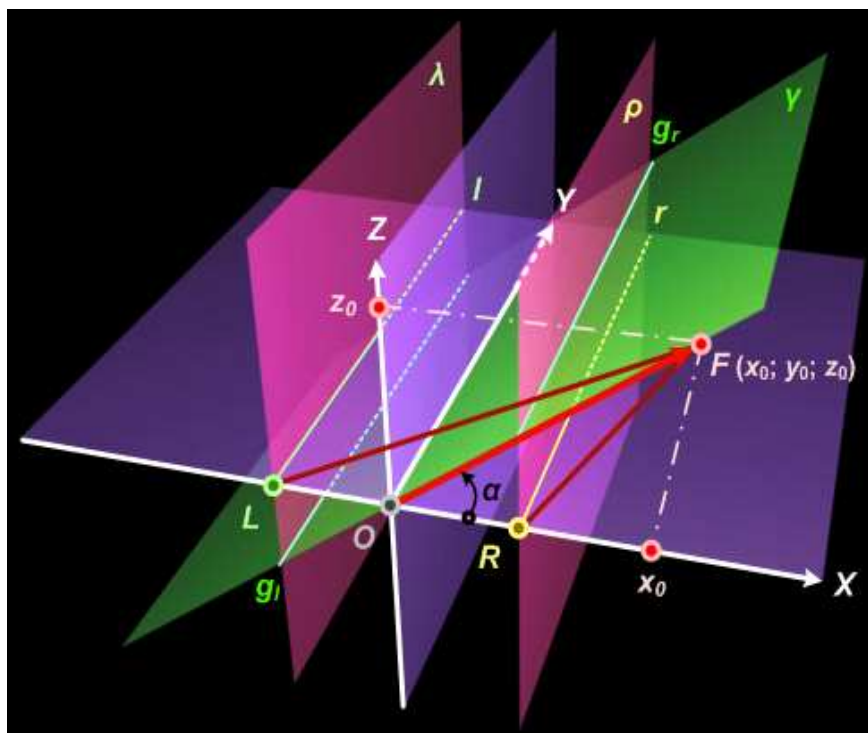


Рисунок 2. Точка фокуса F в плоскости XOZ

Точка $T(x; y; z)$, принадлежащая γ ($T \in \gamma$), относится к среднему центру $O(0; 0; 0)$. Если точка T локализуется правее плоскости γ , то она находится под контролем правого зрительного центра $R(d; 0; 0)$. А левый центр $L(-d; 0; 0)$ имеет приоритет во влиянии на точку T , когда она расположена левее плоскости γ .

Случай № 4 концентрирует внимание на плоскости γ , когда $x_0 \neq 0$, $z_0 \neq 0$, а $y_0 = 0$ — см. рис. 2.

Положение 5. Когда точка фокуса $F(x_0; y_0; z_0)$ имеет нулевую абсциссу $x_0 = 0$, то есть принадлежит координатной плоскости YOZ ($F \in YOZ$), плоскости ζ и γ не видны, так как совпадают с YOZ ($\zeta = \gamma = YOZ$, уравнение этих плоскостей: $x = 0$).

Точка $T(x; y; z)$, принадлежащая вертикальной координатной плоскости YOZ ($T \in YOZ = \zeta = \gamma$), относится к среднему центру $O(0; 0; 0)$. Если точка T локализуется правее плоскости YOZ , то она находится под контролем правого зрительного центра $R(d; 0; 0)$. А левый центр $L(-d; 0; 0)$ имеет приоритет во влиянии на точку T , когда она расположена левее YOZ .

Случай № 1 концентрирует внимание на плоскости $YOZ = \zeta = \gamma$, когда $x_0 = 0$.

Положение 6. Полупространство полностью следует отдавать под контроль среднего зрительного центра $O(0; 0; 0)$ в исключительных случаях, когда объекты невозможно

полноценно различать и наблюдение за ними не имеет никакого смысла. Это ситуация, когда точка фокуса $F(x_0; y_0; z_0)$ принадлежит оси OX ($F \in OX$), то есть её ордината $y_0 = 0$ и аппликата $z_0 = 0$ равны нулю.

Случай № 2 показывает абсолютный приоритет среднего центра O над всеми точками БМП, когда $y_0 = 0$ и $z_0 = 0$.

Положение 7. Через центры $L(-d; 0; 0)$ и $R(d; 0; 0)$ проходят зрительные плоскости λ (уравнение: $x = -d$) и ρ (уравнение: $x = d$) соответственно ($L \in \lambda$, $R \in \rho$) перпендикулярно координатным плоскостям XOZ и XOY , а также параллельно YOZ . Ареал полупространства, заключённый между плоскостями λ и ρ ($|x| \leq d$), всегда будет находиться под влиянием среднего зрительного центра $O(0; 0; 0)$, что находит отражение во всех ранее рассмотренных пяти случаях.

Положение 8. Если возникнет спорный случай контроля над какой-то LOR -областью B , когда на неё *одновременно претендуют несколько различных зрительных центров* среди множества, состоящего из правого зрительного центра $R(d; 0; 0)$, левого центра $L(-d; 0; 0)$ и среднего – $O(0; 0; 0)$, им следует отдать эту область B *среднему центру* O . Это справедливо, потому что зрительный приоритет начала координат – это равноправный обзор определённой части пространства обоими зрительными центрами L и R , согласно положению 27 БМП-подхода [1].

Например, в случае № 5 (см. рис. 3) при удовлетворении некоторой точки $T(x; y; z)$ условиям $x - y \cdot x_0 / y_0 > 0$ (лежит правее плоскости ζ , значит R влияет на T) и $x - z \cdot x_0 / z_0 < 0$ (находится слева от плоскости γ , поэтому по идее L влияет на T) её следует отдать под контроль среднему центру O .

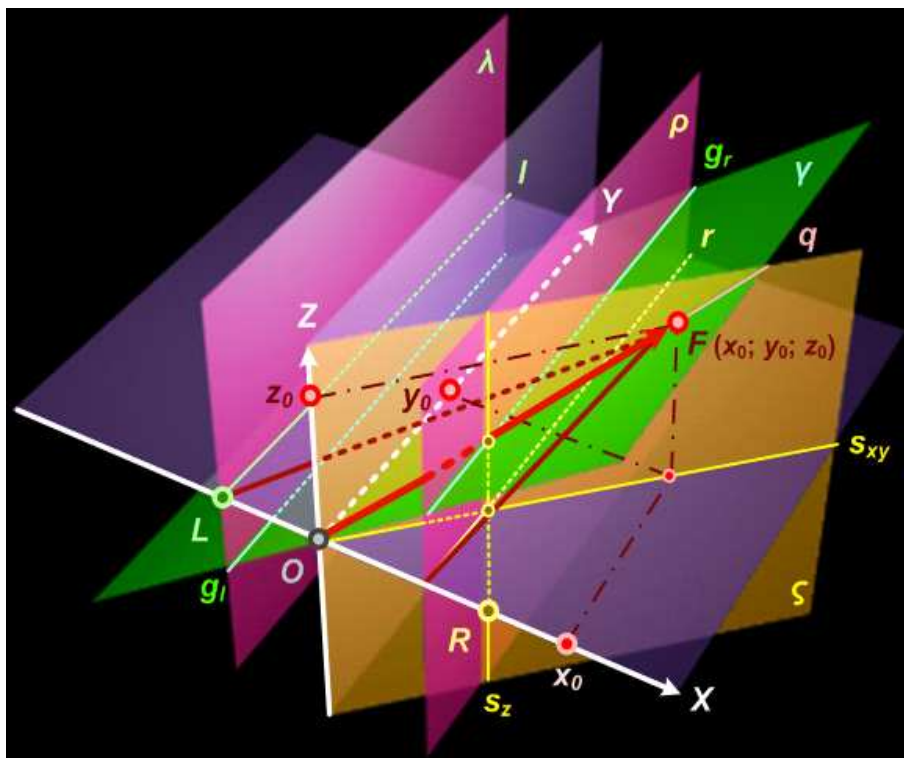


Рисунок 3. Точка фокуса F вне координатных плоскостей

Заключение

Полученное распределение LOR -областей используется в одной из самых важных прикладных задач аналитической геометрии на плоскости и в пространстве, решаемых для БМП, а именно – в задаче о поиске точки искажённой поверхности, по результатам которой выполняется *параллельный перенос точки в БМП* [2, 3].

На основе математической модели БМП были построены компьютерные модели с использованием ресурсов *OpenGL (NIJANUS Glance 2.2* на языке программирования *Delphi 6* и *Glance* на языке программирования *C#* [6]). Разработанные программы моделируют искажение поверхности [4] в трёхмерном пространстве, параллельно переносимой относительно радиус-вектора фокуса в направлении начала координат при сохранении всех значений параметров данной поверхности в БМП. Программа *Glance* [6] была выполнена в рамках государственного контракта № 14.740.11.1149 «Математическая и компьютерная модель человеческого зрительного восприятия объектов» (шифр «2011-1.3.2-113-002») от 09 июня 2011.

Список литературы

1. Котова Е. А. Моделирование искажения трёхмерного пространства при параллельном переносе поверхности относительно радиус-вектора фокуса в направлении начала координат

в бицентрическом монофокусном полупространстве, реализованное на языке программирования Delphi 6 с использованием ресурсов OpenGL / под ред. С. С. Гаврюшина // Студенческий научный вестник. Сборник статей Международного молодежного научного форума-олимпиады по приоритетным направлениям развития Российской Федерации, МГТУ им. Н. Э. Баумана. – М.: НТА «АПФН», 2010. – 540 с., ил. – С. 31-38.

2. Котова Е. А., Пылькин А. Н. Математическая и программная модель параллельного переноса точки в бицентрическом монофокусном полупространстве / под ред. С. Н. Кириллова // Вестник РГРТУ. – Рязань: РГРТУ, 2012. – № 1. – Вып. 39. – Ч. 1. – 136 с. – С. 55-58.

3. Котова Е.А., Пылькин А.Н. Математическое и компьютерное моделирование человеческого зрительного восприятия объектов // Сборник работ победителей отборочного тура Всероссийского смотра-конкурса научно-технического творчества студентов вузов «ЭВРИКА». – Новочеркасск: ЛИК, 2012. – 299 с. – С.7-10.

4. Пылькин А. Н., Дондик Е. М., Скоробогатова Н. Е. Информационная система распознавания образов переменной структуры // Вестник РГРТУ. – Рязань: РГРТУ, 2011. – № 3. – Вып. 37. – С. 17-22.

5. Самаль И. Н. Анатомия, физиология и патология органа зрения: учебное пособие. – Псков, 2004. – 164 с.

6. Свидетельство № 2014617719 Российская Федерация. Glance: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / Е. А. Котова; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет». – № 2014615257; заявл. 03.06.2014; зарегистр. 31.07.2014. – 1 с.

Рецензенты:

Шестёркин А.Н., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Вычислительная и прикладная математика», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань.

Антипов В.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Информационно-измерительная и биомедицинская техника», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань.