

ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕДМЕТОВ

Конвергенция технического и когнитивного зрения

А.М.Ковалев

e-mail: <u>amkov@ngs.ru</u>, тел. 332-70-12

ПРОБЛЕМА

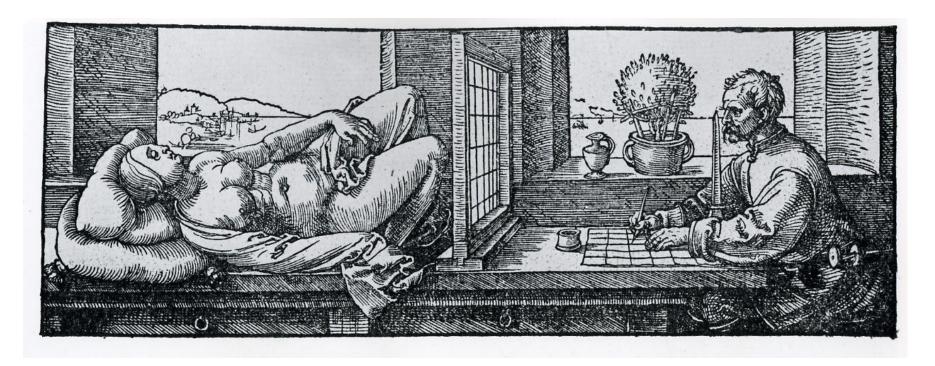
- Изображение окружающей среды, получаемое от камеры с оптическим объективом (техническое зрение), не соответствует зрительному восприятию той же среды человеком (когнитивное зрение).
- Искажения размеров, интерпозиции и глубины предметов могут превышать 100%.
- Почему?

Ренессансная перспектива

Джотто (1266-1337) Альберти (1404-1472)

Брунеллески (1377-1446) Леонардо да Винчи (1452-1519)

Гиберти (1378-1455) Альбрехт Дюрер (1471-1528)

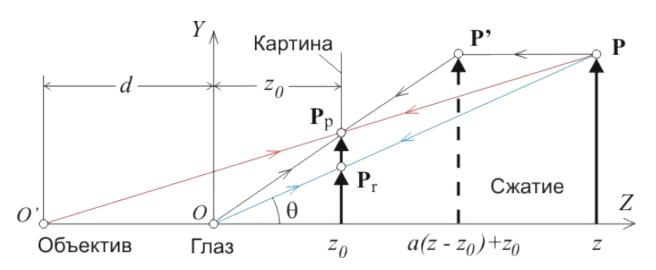


До сих пор является основным методом изображения трёхмерного (3M) пространства предметов

Многовариантная система перспектив

С точки зрения проективной геометрии – это группа линейных перспектив с дробно-линейной функцией отображения вида:

$$\mathbf{P}_{\mathrm{p}} = \frac{\mathbf{P}(z_{0} + d)}{z + d},$$
 $d = 0$ — ренессанс (R); $d = \infty$ — аксонометрия (A); $0 < d < \infty$ — перцептивная перспектива (T, M); $-z_{0} > d$ — обратная перспектива; $-z_{0} < d < 0$ — широкоугольная перспектива (W).

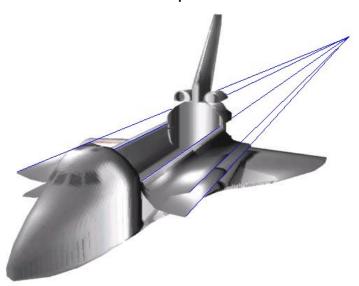


КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА





Техническое зрение



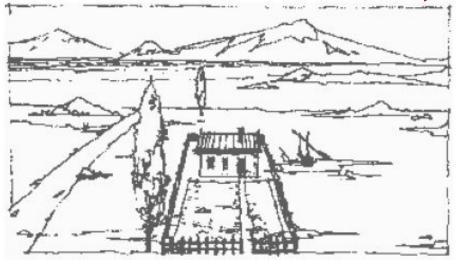
Когнитивное зрение

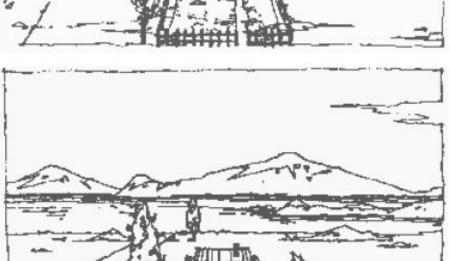


Ковалев А.М. Оценка искажений предметов при отображении перцептивного пространства на картинную плоскость // Автометрия. - 2004. - Т.40, №6. - С.87-100.

Квазилинейная перспектива

Использует разные параметры d_{x} , d_{y} для разных координат картины.





Недоступна фотографии

Условный пейзаж. Правильно передана поверхность земли и горы. Ошибочно: вертикали преувеличены высоты деревьев и высота дома

В такой манере рисовал Поль Сезанн

Линейная перспектива (М)

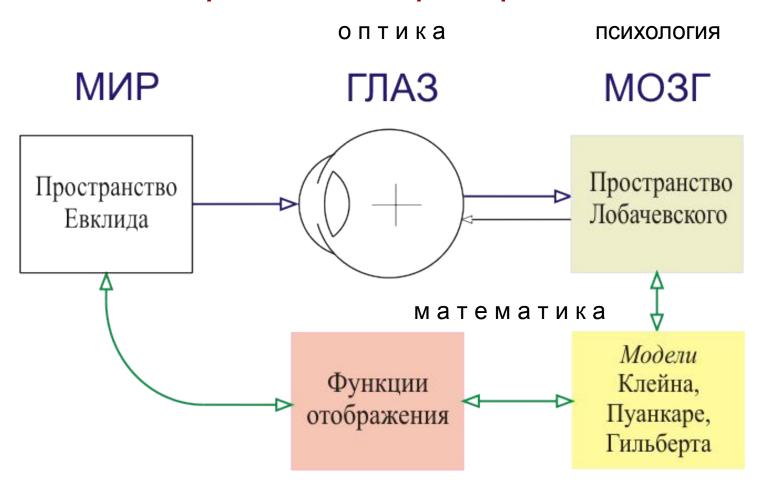
Условный пейзаж. Вариант системы перспективы, правильно передающей вертикальные размеры и ширину предметов за счет искажения передачи глубины. Пространство предельно «сжато». Горы показаны правильно.

Выводы

- Многовариантная система перспектив даёт возможность выбора оптимального варианта для решения конкретной задачи.
- ✓ Существование единой и непротиворечивой системы перспективы, в которой при изображении произвольной точки пространства все три её координаты определяются в полном соответствии с естественным зрительным восприятием, на плоскости невозможно^{*}.

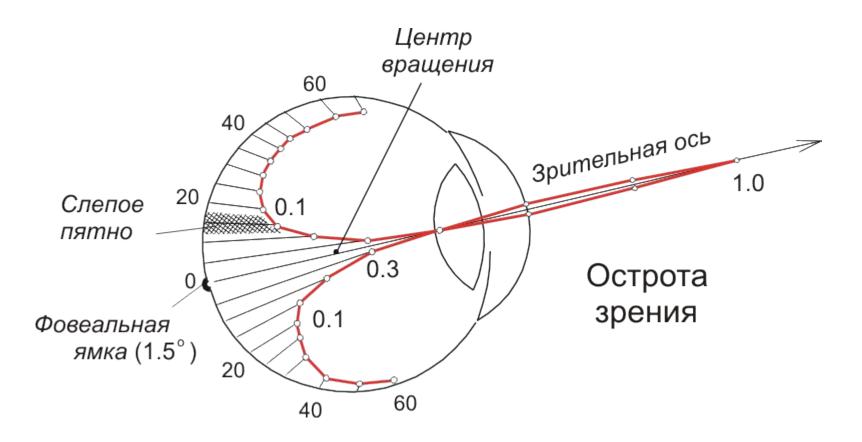
^{*}Ковалев А.М. О визуально воспринимаемом пространстве предметов // Автометрия. - 2003. - Т.39, №6. - С.3-12.

Исследование глобальной структуры визуального пространства



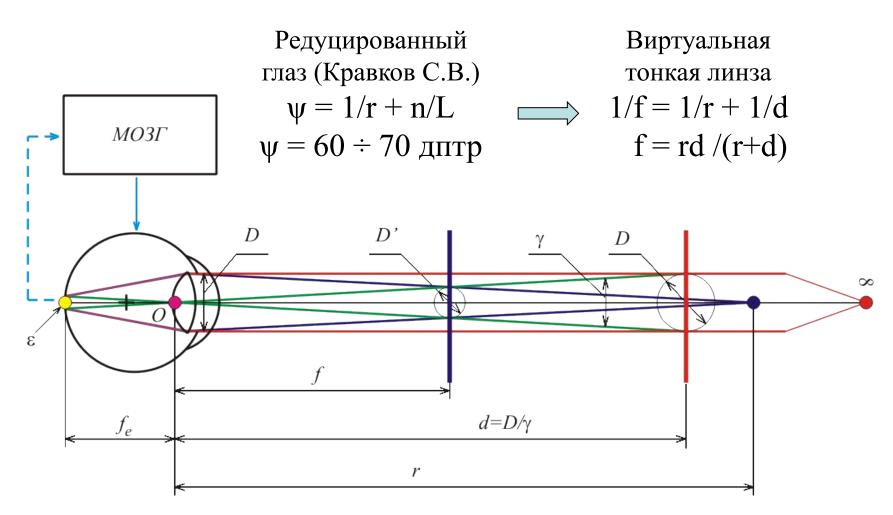
Ковалев А.М. О моделях визуального пространства // Оптика и спектроскопия. - 2006. - Т.100, № 1. - С**§** 34-141.

Глаз подобен вращающейся узконаправленной антенне, сканирующей пространство



При фиксации взгляда формируется два угла – θ , ϕ .

При фокусировании взгляда добавляется дальность до предмета



Гиперфокальное расстояние $d = 3 \div 6$

Функции преобразования

МИР – геометрия Евклида

$$r, \theta, \varphi$$

Сенсорная модель* (Ф. Клейн)
$$q=fm=$$
 $\frac{rc}{r+d}$, φ

Конформная модель*
$$p = \frac{2q}{1 + \sqrt{1 - (q/c)^2}} \varphi$$

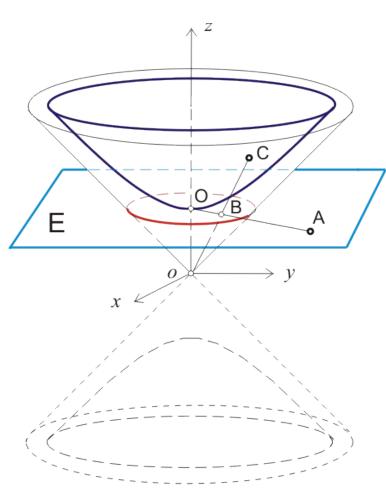
Визуальное пространство* – геометрия Лобачевского

$$\rho = cArth(q/c) = 2cArth(p/2c) = \frac{c}{2}\ln\left(1 + 2\frac{r}{d}\right), \theta, \varphi$$

Закон Вебера – Фехнера

Ковалев А.М. Описание визуального пространства в моделях Клейна и Пуанкаре
// Автометрия. - 2006. - Т.42, № 4. - С.57-66.

Модель Клейна и визуальное пространство



Геометрия Лобачевского на плоскости тождественна с геометрией на евклидовой сфере с мнимым радиусом *ic*:

$$x^2 + y^2 + z^2 = -c^2$$
.

После подстановки z=iz получим действительный гиперболоид

$$x^2 + y^2 - z^2 = -c^2$$

с асимптотическим конусом

$$x^2 + y^2 - z^2 = 0.$$

Пересечение конуса и касательной плоскости E (z=c) дает круг

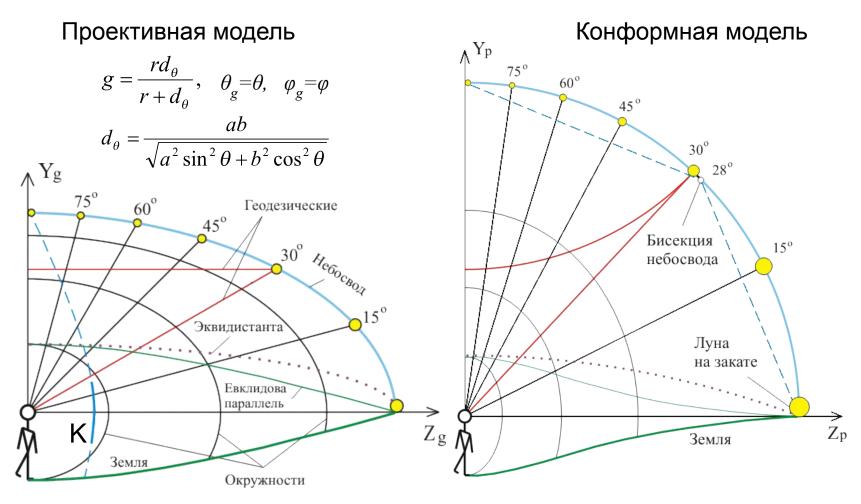
$$x^2 + y^2 = c^2.$$

Проекция всех точек гиперболоида на круг и есть модель мнимой сферы Клейна.

Модель изотропного пространства – шар с радиусом

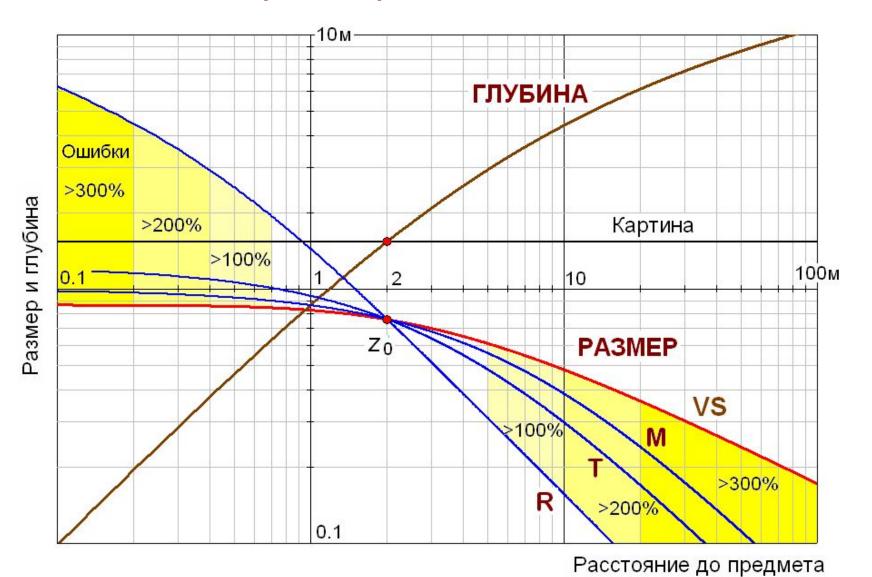
C.

Анизотропное визуальное гильбертово пространство

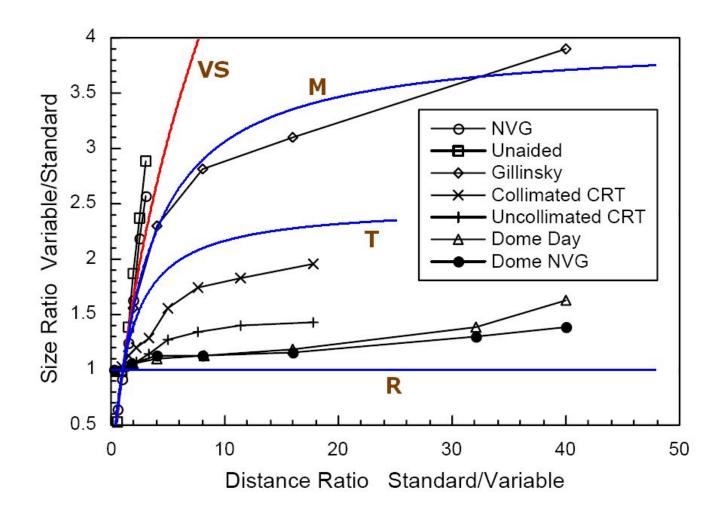


Ковалев А.М. Об анизотропной модели визуального пространства // Автометрия. - 2006. - Т.42, №6. - С. 53-62.

Субъективное ощущение размеров и ошибки



Сравнение результатов с опытными данными



Aeronautical and Maritime Research Laboratory, Australia. http://www.dsto.defence.gov.au/corporate/reports/DSTO-RR-0201.pdf

Заключение

- ✓ Непротиворечивая система перспективы в полном соответствии с естественным зрительным восприятием существует в ограниченном объёме трехмерного пространства. Это шар Клейна или эллипсоид Гильберта.
- ✓ При конструировании «картинного» пространства (3М дисплеев) необходимо учитывать прямые признаки глубины, стимулирующие аккомодацию и конвергенцию глаз, а также все косвенные признаки, инициирующие когнитивный процесс сотворения визуального пространства.

СПАСИБО

HAVE A NICE DAY!