

Алгоритм

Для сравнения сходства популяций использовались «образы», полученные за счет усреднения жевательной поверхности передней непарной петли (антероконыда) для нижнего переднего коренного зуба (m1) и задней непарной петли (постероконида) для верхнего заднего коренного зуба (M3). Т.к. в пределах погрешности правая и левая сторона симметричны, то можно пренебречь этим и отразить одну из сторон для увеличения выборки (особенно актуально для выборок, где невозможно соотнести все правые и левые зубы).

Образ состоит из наложенных друг на друга обрисовок жевательной поверхности где каждое изображение вносит вклад в размере $100 / (N) \%$, где N – кол-во изображений.

Для наложения изображений использовался следующий алгоритм (одинаков для m1 и M3):

1. Для каждого изображения находятся точки интереса (на основании которых будет производиться сведение) на внешней границе жевательной поверхности (для элиминации роли толщины эмали).
 - a. Первым делом находится начало непарной петли (самое узкая часть) [1] (см. рис. 1).
 - b. Далее от середины отрезка, соединяющего эти две точки, находится самая удаленная от него (дальний конец петли) [2] (см. рис. 1). Полученная линия будет использоваться в последующих вычислениях (срединная линия).
 - c. Находятся 2 крайние точки по обе стороны от полученной линии, находящиеся на максимальном удалении от неё [3] (см. рис. 1).
 - d. От проекций крайних точек на срединную линию находятся ближайшие (с той же стороны линии) [4] (см. рис. 1).
2. Для максимального наложения изображений необходимо минимизировать расстояние между полученными 7 точками. (Можно использовать больше точек, в таком случае повысится точность наложения, однако усложнится их выявление). Наложение происходит путем параллельного переноса, изотропного масштабирования и вращения.
3. Наибольшая точность создания образа достигается при наложении на среднее по выборке, однако, так как нет возможности вычислить его заранее, то наложение происходит на каждое доступное изображение. Наложением здесь является простое сложение значений пикселей каждого изображения (после трансформирования), где 0 – белый, 1 – черный с делением полученного результата на кол-во изображений. Для простых сравнений, не требующих последующих вычислений, можно не создавать массив образов, а воспользоваться одним на основе зуба не молодой и не престарелой особи (основные источники искажений), в этом случае шаг 4 пропускается.
4. Из полученного набора образов выбирается один, в котором среднее значение полученных пикселей оказалось максимальным (1 – полное совпадение, 0 – недостижимое, но полное несовпадение).

5. (Опционально) Для удаления выбросов в выборке можно использовать часть образа со значениями больше $\frac{100-n}{100}$, где n – подходящий процент выборки. В данной работе $n = 95\%$.

Для сравнения двух популяций достаточно сравнить образы, где точки интереса для наложения (трансформаций) взяты с источника образа (изображение, на которое были наложены остальные). В данной работе сравнение производилось по следующей формуле:

$f(x) = \frac{\sum_{i=1}^N (1 - |A_i - B_i|)}{N}$, где A_i и B_i – значения соответствующих пикселей в первом и втором образе, N – общее число пикселей (одинаково в обоих образах). В числителе – сумма разниц значений коррелирующих пикселей. Полученное значение варьируется в пределах $[0,1]$, где 0 – полное несоответствие, 1 – полное совпадение.

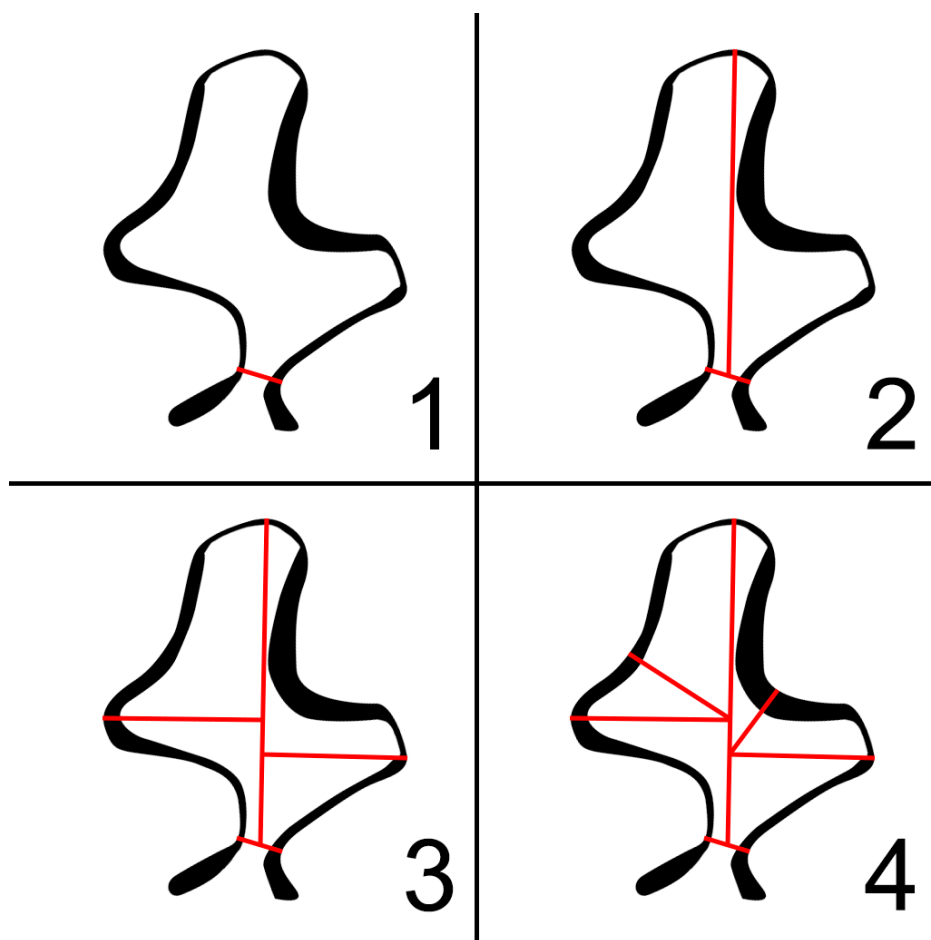


Рисунок 1. Нахождение точек интереса для *Lagurus lagurus* (m1).

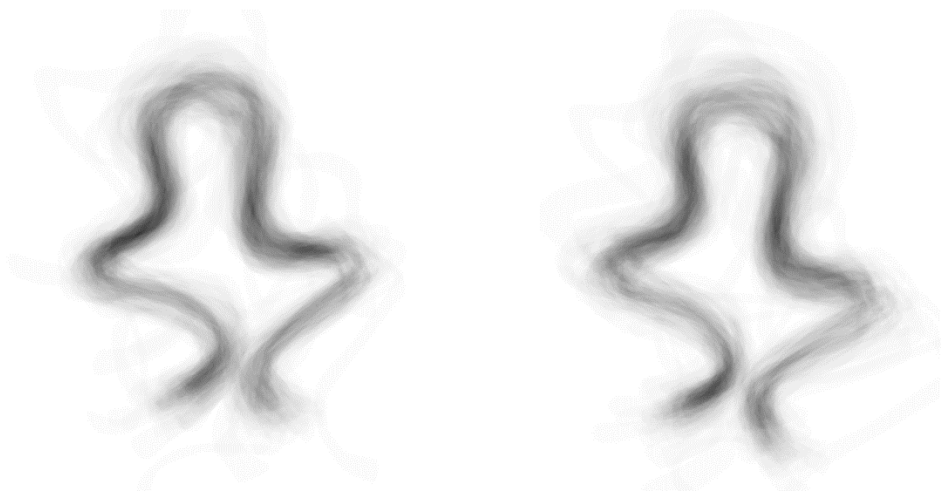


Рисунок 2. Сравнение двух образов $t1$, полученных на одной выборке.