# Описательная статистика

# Робастные показатели

- Робастный означает устойчивый (не зависящий от предположения о типе распределения, от наличия вылетающих наблюдений)
- Простейшие робастные показатели центральной тенденции
  - Усеченное среднее
  - Винзоризированное среднее
  - Медиана
- Пример:

```
> x<-c(8,8,8,8,8,8,8,8)
> central(x)
Медиана 8
Арифметическое среднее 8
Геометрическое среднее 8
Гармоническое среднее 8
> mean(x,trim=0.2)
[1] 8
> x<-c(8,8,8,8,8,8,8,80)
> central(x)
Медиана 8
Арифметическое среднее 17
Геометрическое среднее 10.66817
Гармоническое среднее 9.014085
> mean(x,trim=0.2)
[1] 8
```

# Робастные показатели

- В теории оценок принято анализировать чувствительность показателя центральной тенденции к вылетающим наблюдениям по проценту таких наблюдений, который необходим, чтобы "сместить" показатель центральной тенденции (оценка станет нестабильной - небольшие изменения не в счет).
  - Показатель носит название "точки разрушения" (breakpoint/ breakdown point), но лучше называть его показателем устойчивости.
- Вторым важнейшим показателем является эффективность, под которой понимают наименьшую дисперсию данных вокруг показателя (поскольку дисперсия - это показатель "близости" данных к показателю, то чем она меньше, тем лучше, точнее, суммарное описание данных, предлагаемое этим показателем).

  - У арифметического среднего точка разрушения (устойчивость) нулевая (первое же вылетающее значение непредсказуемо меняет его), зато высокая эффективность.
  - У медианы точка разрушения 50%, зато эффективность невысока.

# Робастные показатели

- Лучше иметь возможность отсекать наблюдения не симметрично (потеря данных) – М-оценки
  - Одношаговый метод: определить количество вылетающих наблюдений по обе стороны от медианы - рассчитать разности всех значений с медианой и поделить их на медиану абсолютных различий
    - MAD, взятую с поправочным коэффициентом для уравнивания со стандартным отклонением (надо умножить на 1,4826)
  - Предположим , что есть следующий набор из 19 наблюдений:
    - 77 81 88 114 151 210 219 246 253 262 296 299 306 376 428 515 666 1310 2611.
  - Медиана равна 262, а MAD - 169. Для каждого значения рассчитываем разность с медианой, отнесенную к MAD и получаем следующий набор значений:
    - -1,09 -1,04 -1,035 -0,88 -0,66 -0,31 -0,25 -0,095 -0,05 0,00 0,20 0,22 0,26 0,67 0,98 1,50 2,39 6,2 13,90.
  - Далее необходимо найти вылетающие значения, которые по модулю превышают 1,28.
    - отрицательных значений -нет
    - положительные - четыре наибольших значения.
  - Теперь надо подсчитать сумму всех значений, которые не являются вылетающими.
    - Сумма равна 3406.
  - М-оценка центральной тенденции определяется как произведение константы К (равной 1,28) на MAD и на разность количества вылетающих наблюдений (положительные минус отрицательные) в сумме со значениями, не являющимися вылетающими и все это делится на количество не вылетающих наблюдений.
  - М-оценка центральной тенденции равна (формула):
    - M=[K*MAD*(n+-n-)+S]/(N-n+-n-),
    - где n+ - количество вылетающий наблюдений справа (наибольшие вылетающие наблюдения); n- - количество вылетающих наблюдений слева (наименьшие вылетающие наблюдения); S – сумма не вылетающих наблюдений и N – общее количество наблюдений.
  - В анализируемом примере числитель будет равен 1,28*169*(4-0)+3406=4271,28, а знаменатель - (19-4)=15.
    - М-оценка составит 4271,28/15=285.

# Робастные показатели

- M-оценка (R)

```
library(MASS)
xs<-c(77, 81, 88, 114, 151, 210, 219, 246, 253,
  262, 296, 299, 306, 376, 428, 515, 666, 1310,
  2611)
huber(xs, k=1.28)
$mu
    [1] 284.7575
$s
    [1] 169.0164
```

# Робастные показатели

- MOM (малые группы)
  - Аналогичен обычным M-оценкам, но не включает в числителе произведения, содержащего MAD и использует K равное 2,24
  - В разобранном выше примере при оценке MOM вылетающими будут признаны только 3 наибольших значения.
    - Сумма не вылетающих значений (числитель) будет равна 3406+515=3921.
    - Количество не вылетающих наблюдений равно 16
    - MOM равна 3921/16=245,1

# Робастные оценки

```
data xs;
input xs @@;
gr=1;
cards;
77 81 88 114 151 210 219 246 253 262 296 299 306 376
   428 515 666 1310 2611
;
run;
proc robustreg method=M(wf=talworth(c=2.24));
class gr;
model xs=gr;
run;
```

| Summary Statistics | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | Q1 | Median | Q3 | Mean | Standard Deviation | MAD |
| xs | 151.0 | 262.0 | 428.0 | 447.8 | 594.8 | 169.0 |

| Parameter Estimates | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | | DF | Estimate | Standard Error | 95% Confidence Limits | | Chi-Square | Pr > ChiSq |
| Intercept | | 1 | 245.0625 | 29.8407 | 186.5758 | 303.5492 | 67.44 | <.0001 |
| gr | 1 | 0 | 0.0000 | . | . | . | . | . |
| Scale | | 1 | 194.1282 | | | | | |

# Как описывать показатели центральной тенденции

- Количественные переменные:
  - Симметричное распределение данных - среднее арифметическое
  - Скошенное распределение данных (длинный "хвост" в одну сторону) - среднее геометрическое
  - Распределение с длинными "хвостами" - среднее гармоническое
  - Неизвестное распределение, с необычными (скошенными, тяжелыми) «хвостами» или наличием необычных (вылетающих) наблюдений - обрезанное или винзоризированное среднее, M-оценки, MOM
  - Теоретически известное распределение, в котором средние плохо описывают центральную тенденцию – максимально правдоподобный параметр (MLE)
- Полуколичественные переменные
  - Количество наблюдений примерно равно или меньше количества классов - медиана
  - Количество наблюдений значительно больше количества классов - мода
- Качественные переменные
  - Данные получены на всех объектах одновременно - доля объектов каждого класса
  - Данные получены в результате разной продолжительности наблюдения за объектами (выживаемость)
    - Скорость наступления исходов предполагается постоянной - численность исходов в единицу времени
    - Скорость наступления исходов не может приниматься постоянной - эмпирическая функция выживаемости, медиана выживаемости

# Методы описания показателей разброса данных

# Простейшие

- Разброс (амплитуда)
- Дисперсия (стандартное отклонение)

# Робастные

- Стандартное отклонение для усеченных и винзоризированных средних
  - Для винзоризированных средних стандартное отклонение считается аналогичным образом, как и для арифметического среднего, а вот для обрезанного среднего используется винзоризированное, деленное на дополнение до единицы удвоенной доли «обрезания», т.е. для 20% отбрасывания значений знаменатель будет равен (1-2*0,2)=0,6.
- Пример.
  - Пусть есть следующий набор данных, представленный суммарным баллом при заполнении анкеты:
    - 7, 9, 10, 10, 13, 13, 13, 14, 17, 18
  - Среднее значение равно 12,4.
  - Дисперсия равна сумме квадратов разности каждого значения с 12,4, деленной на 9.
    - Сумма квадратов разности равна 108,4,
    - Дисперсия равна 12,04, а стандартное отклонение – 3,47.
  - Если использовать удаление 10% наблюдений, то обрезанное среднее все равно будет 12,4.
  - После винзоризации набор данных будет выглядеть так:
    - 9, 9, 10, 10, 13, 13, 13, 14, 17, 17
  - Поэтому винзоризированное среднее будет равно 12,5, а стандартное отклонение – 2,99.

  - Стандартное отклонение обрезанного среднего оценивается путем деления винзоризированного на (1-2*0,1)=0,8 и будет равно 3,74.

# Робастные

- Межквартильное расстояние
- MAD
- Tn Rousseeuw и Croux, (1993)
  - Более эффективный, но мало где рассчитывается автоматом

# Tn в SAS

```
data xs;
input xs @@;
gr=1;
id=_n_;
cards;
77 81 88 114 151 210 219 246 253 262 296 299 306 376 428 515 666 1310 2611
;
run;
PROC SQL;
CREATE TABLE _ntab AS
 SELECT prim.xs, ABS(prim.xs - sec.xs) AS diff
 FROM xs AS prim, xs AS sec
 WHERE prim.id<>sec.id;
QUIT;
PROC MEANS NOPRINT NWAY;
 CLASS xs;
 VAR diff;
 OUTPUT OUT=_n MEDIAN=MEDIAN;
RUN;
DATA _null_;
 IF 0 THEN SET _n nobs=nobs;
 CALL SYMPUTX("nobs",nobs);
 STOP;
RUN;
DATA _n;
 SET _n;
 h=&nobs/2+1;
 IF _n_<h;
RUN;
PROC MEANS NWAY NOPRINT;
 OUTPUT OUT=_Tn SUM(median)=MED MEAN(h)=h;
RUN;
DATA _Tn;
 SET _Tn;
 Tn=1.3800*MED/h;
RUN;
proc print; run;
```

# Tn в R

```
library(RMySQL)
xs<-c(77, 81, 88, 114, 151, 210, 219, 246, 253, 262, 296,
   299, 306, 376, 428, 515, 666, 1310, 2611)
id<-seq(1:length(xs))
new<-data.frame(id,xs)
con<-dbConnect(dbDriver("MySQL"),dbname="test")
dbWriteTable(con,"new",new)
xtab<-dbGetQuery(con,"
 SELECT prim.xs, ABS(prim.xs - sec.xs) AS diff
 FROM new AS prim,
      new AS sec
 WHERE prim.id<>sec.id;
")
dbRemoveTable(con,"new")
dbDisconnect(con)
foo<-tapply(xtab$diff,xtab$xs,median)
h<-length(foo)/2+1
Tn<-1.3800*sum(foo[seq(1:h)])/h
Tn
```

# Tn

The SAS System

| Наблюдения | _TYPE_ | _FREQ_ | MED | h | Tn |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 10 | 1504 | 10.5 | 197.669 |

```
> Tn
[1] 197.6686
> 
```

# Как описывать разброс

- Для количественных данных - стандартное отклонение (включая стандартное отклонение винзоризированных и обрезанных средних)
- Для полуколичественных данных - межквартильное расстояние или MAD

# Бивариантный анализ

Как описывать связи

# Количественная зависимая

- Количественная зависимая переменная и количественная независимая переменная
  - Коэффициент линейной регрессии в случае нормальности распределения остатков
  - Робастный коэффициент регрессии (Thiel) в случае наличия вылетающих наблюдений
- Связь между двумя количественными переменными
  - Коэффициент корреляции Спирмена
- Количественная зависимая переменная и ординальная независимая переменная
  - Коэффициент ранговой регрессии или робастный коэффициент регрессии
- Связь между количественной и ординальной переменными
  - Коэффициент корреляции Спирмена или тау Кендала

# Ординальная зависимая

- Ординальная зависимая переменная и количественная или ординальная независимая переменная (большое количество классов независимой переменной)
  - Коэффициент ранговой регрессии или робастный коэффициент регрессии
- Ординальная зависимая переменная и количественная или ординальная независимая переменная (малое количество классов независимой переменной)
  - Коэффициенты ординальной логистической регрессии
- Связь между ординальными переменными
  - Коэффициент корреляции Спирмена, тау Кендала

# Качественная независимая

- Зависимая качественная переменная и независимая качественная переменная
  - Коэффициент логистической регрессии, отношение рисков
- Связь между качественными переменными
  - Отношения шансов (в первую очередь, для таблиц 2x2), хи$^2$ или параметр взаимодействия в логлинейной модели
- Зависимая качественная переменная и независимая ординальная переменная
  - Коэффициенты логистической регрессии
- Зависимая качественная переменная и независимая количественная переменна
  - Коэффициенты логистической регрессии
- Связь между качественной и количественной (или ординальной) переменной
  - Отношения шансов на основе коэффициентов логистической регрессии
- Зависимая композитная переменная (время дожития и частота исходов) и качественная переменная с двумя уровнями
  - Отношение смертностей/инцидентности (incidence rate ratio)
- Зависимая композитная переменная (время дожития и частота исходов) и качественные или количественные переменные
  - Коэффициент регрессии AFT моделей, коэффициент регрессии в модели пропорционального риска Кокса, относительный риск (hazard ratio)