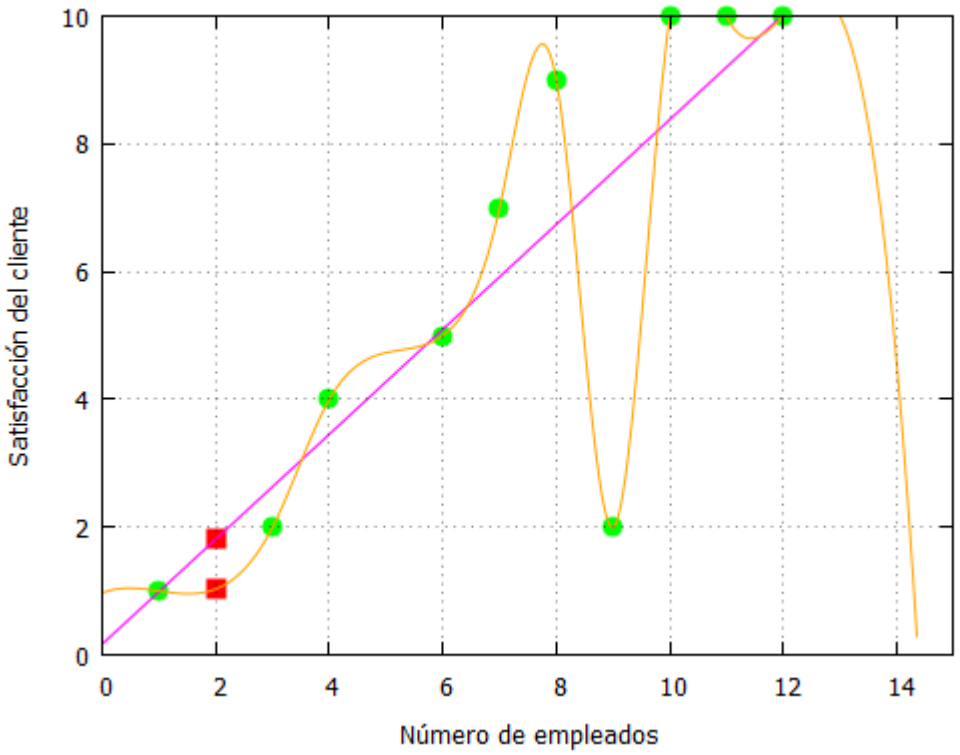
(#398). AJUSTE DE FUNCIONES (II): CAPACIDAD EXPLICATIVA Y PARTICIÓN DE LA FUNCIÓN

[MONOTEMA] Continuamos con una introducción sencilla al análisis de datos. Tras comparar los resultados de las splines cúbicas y el método de mínimos cuadrados, debemos ahora plantearnos algunas cuestiones sobre la idoneidad de lo que hemos hecho hasta ahora, y las opciones que aparecen entonces. Lo vamos a hacer de forma muy simple, para estimular el interés de los estudiantes hacia cuestiones más complejas.

Datos de partida

Recordemos que tenemos los siguientes datos analizados con splines y mínimos cuadrados:

```
load (interpol);
p:[[1,1],[3,2],[4,4],
[6,5],[7,7],[8,9],[9,2],[10,10],[11,10],[12,10]];
splines: cspline(p);
x_:[1,3,4,6,7,8,9,10,11,12];
fx:[1,2,4,5,7,9,2,10,10,10];
x_aproximar:2;
x_interpolar:x_aproximar;
fx_estimada:0.8212147134302823*z+0.1693755346449957;
fx_estimada_x_aproximar: ev(fx_estimada, z=x_aproximar), numer;
f_splines: ev(splines,x=x_interpolar), numer;
plot2d([[discrete, x_, fx], [discrete,
[[x_aproximar,fx_estimada_x_aproximar],
[x_interpolar,f_splines]]],fx_estimada,splines],
[x,0,15],[y,0,10], [style, points, points, lines, lines],
[color, green, red, magenta, orange, magenta],
[xlabel, “Número de empleados”],
[ylabel, “Satisfacción del cliente”], [legend, false]);
```



Capacidad explicativa

La capacidad explicativa del modelo ajustado por mínimos cuadrados se suele medir con el coeficiente de determinación (R-cuadrado), que es una medida de la varianza explicada por el modelo, es decir, cuantifica la importancia de la varianza de error, y que está entre 0 y 1 (siendo 1 el ajuste perfecto). Se obtiene por el cociente entre la varianza de los datos ajustados frente a la de las imágenes de los datos observados.

$$R^2 = \frac{\hat{\sigma}^2_{f(x)}}{\sigma^2_{f(x)}}$$

En Maxima podemos obtenerlo así:

```
load(descriptive);
varianza_fx:var1(fx_traspuesta), numer;
ajuste: transpose(ev(fx_estimada,z=x));
varianza_fx_estimada:var1(ajuste);
R_cuadrado:(varianza_fx_estimada/varianza_fx);
```

El resultado es:

$R^2 = 0.6569717707442261$

Pero debemos plantearnos dos cuestiones fundamentales tras inspeccionar gráficamente los datos. En primer lugar, la hipótesis de relación lineal parece no cumplirse a medida que el número de empleados crece. Y en segundo lugar el dato [9,2] puede ser un dato atípico, un outlier que por diferentes razones (sean aleatorias o no), nos está condicionando la estimación, y que quizá habría que estudiar obviar.

Parte lineal

¿Cómo sería el ajuste si sólo nos centramos en el rango de datos [1,8]? Vamos a verlo:

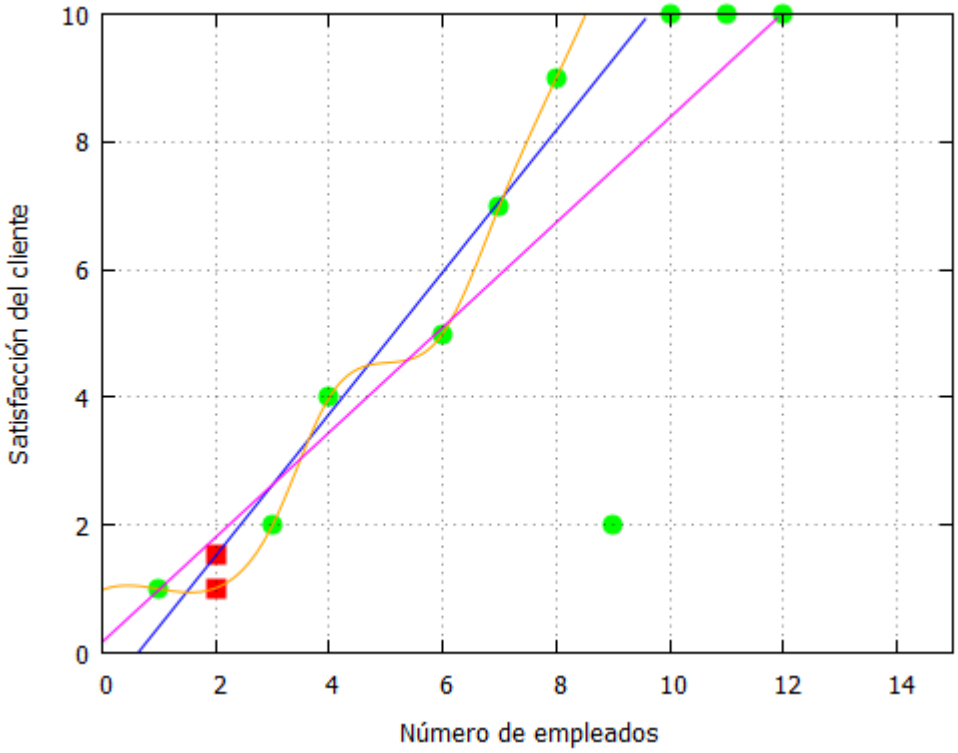
```
x:matrix([1,3,4,6,7,8]);
fx:matrix([1,2,4,5,7,9]);
x_traspuesta: transpose(x);
fx_traspuesta:transpose(fx);
n: length(x_traspuesta);
datos: zeromatrix(n,1);
datos_xcuad:x_traspuesta.x;
datos_y:fx_traspuesta;
datos_xy:fx_traspuesta.x;
datos_x: x_traspuesta;
print(datos_xcuad,datos_y, datos_xy,datos_x);
suma_xcuad:sum(datos_xcuad[i,i],i,1,n);
suma_y:sum(datos_y[i,1],i,1,n);
suma_xy:sum(datos_xy[i,i],i,1,n);
suma_x:sum(datos_x[i,1],i,1,n);
cuad_suma_x:suma_x^2;
alpha:((suma_xcuad*suma_y)-(suma_xy*suma_x))/((n*suma_xcuad)-cuad_suma_x),
numer;
beta:((n*suma_xy)-(suma_x*suma_y))/((n*suma_xcuad)-cuad_suma_x), numer;
fx_estimada:alpha+beta*z;
```

Lo que nos da la siguiente recta de ajuste (la estimación de la función).

$$f(\hat{x_i}) = \alpha + \beta z_i = -0.6985645933014354 + 1.110047846889952 z_i$$

Entonces podemos hacer la representación gráfica del ajuste de

los datos:



La recta azul es la nueva función de ajuste, cuya capacidad explicativa es:

$$R^2 = 0.9468055164649589$$

El ajuste es mucho mejor, claramente. Lo que sucede es que sólo podemos hacer esta acción si podemos justificar muy bien esa estimación de mínimos cuadrados para sólo una parte de los datos empíricos.

Los outliers pueden surgir aleatoriamente, y es parte de la variabilidad global, pero en detemrinados casos podemos intentar eliminarlos si sospechamos que hay “algo raro” en ese dato (alguna variación sistemática que ha producido un valor extraño).

Viendo gráficamente los datos, y teniendo en cuenta el contexto teórico, está claro de que hay un punto de saturación donde por más que se añadan vendedores no se incrementa el nivel de satisfacción (es máximo ya con 10 vendedores). Por tanto, no tiene mucho sentido intentar modelar esa parte de

los datos junto al resto.

Conclusión

Hemos visto que, a veces, y si la teoría y la perspicacia del investigador lo permiten, podemos descartar algunos datos para obtener ajustes mucho mejores, y de este modo, realizar predicciones más fiables en el rango de datos que nos interese. No siempre, desde luego, ello es recomendable, pero la idea es que a los datos hay que mirarlos muy bien antes de analizarlos.

Hay dos aspectos fundamentables que no hemos tocado aquí, pero que son inherentes a cualquier éxito en los análisis: (1) El modelo teórico tiene que estar causalmente bien especificado, no importa la R-cuadrado (aunque sea alto) si no es teóricamente plausible esa relación; (2) El planteamiento de un modelo estadístico es también el de sus asunciones, las cuales no hemos testado en su totalidad, como por ejemplo, si la varianza de error es homogénea.

En futuros posts iremos aclarando mejor estas y otras cuestiones.

Todos los posts relacionados

(#398). AJUSTE DE FUNCIONES (II): CAPACIDAD EXPLICATIVA Y PARTICIÓN DE LA FUNCIÓN

(#397). AJUSTE DE FUNCIONES (I): SPLINES VS MÍNIMOS CUADRADOS

(#396). INTERPOLACIÓN (IV): MÉTODO DE SPLINE CÚBICO

(#395). INTERPOLACIÓN (III): MÉTODO DE DIFERENCIAS DIVIDIDAS

(#394). INTERPOLACIÓN (II): MÉTODO DE NEVILLE

(#393). INTERPOLACIÓN (I): POLINOMIO DE LAGRANGE

(#391). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (V): MÉTODO DE LA POSICIÓN FALSA

(#390). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (IV): MÉTODO DE LA SECANTE

(#389). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (III): METODO DE NEWTON

(#388). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (II): METODO DEL PUNTO FIJO

(#387). BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (I): MÉTODO DE LA BISECCIÓN

(#384). MEJOR UN SÓLO ITEM QUE VARIOS PARA MEDIR ACTITUDES

(#381). TABLAS DE TUMORES TOTALES EN EL ESTUDIO DEL NTP SOBRE EFECTOS DE LA RADIACIÓN DE TELÉFONO MÓVIL

(#380). ÍNDICES APROXIMADOS FLEXIBLES EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(377). AVANZANDO EN LA COMPLEJIDAD: DOBLE DEPENDENCIA

(#376). CAMPOS DIRECCIONALES. COMENZANDO A REPRESENTAR LA COMPLEJIDAD

(#373). PREDICCIONES CON BUENAS APROXIMACIONES

(#366). MODELO DE HOMOGENEIDAD EN TABLAS DE 2X2

(#365). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (V): MATRIZ DE DATOS BRUTOS

(#362). ¿HORMESIS ENTRE EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO Y LA HIPERTROFIA?

(#358). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (IV): REGRESIÓN LINEAL SIMPLE CON FIABILIDADES DIVERSAS

(#354). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (III): COVARIANZA Y CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES LATENTES

(#353). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (II): VARIABLES LATENTES Y FIABILIDAD

(#352). TESTOSTERONA Y CONSUMO CONSPICUO EN HOMBRES

(#350). BÁSICOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (I): COVARIANZAS Y DESVIACIONES SOBRE LA MEDIA

(#346). MODELO NO LINEAL EN LAS VARIABLES PERO LINEAL EN LOS PARÁMETROS CON STATA Y MAXIMA

(#337). EXPLORANDO LA PREDICCIÓN LINEAL EN MARKETING CON MAXIMA

(#336) EXPLORANDO EL DETERMINISMO Y EL AZAR CON C Y MAXIMA

(#335). EXPLORANDO EL COMPORTAMIENTO CAÓTICO CON MAXIMA

(#334). EXPLORANDO LA NO LINEALIDAD CON MAXIMA

(#331). LOS CONSTRUCTOS FORMATIVOS NO REFLEJAN ESTADOS PSICOLÓGICOS

(#323). EL ATAQUE CON MICROONDAS A LA EMBAJADA DE EEUU EN MOSCÚ DURANTE LA GUERRA FRÍA

(#314). REDUCIR EL SESGO EN ESTUDIOS SOBRE EFECTIVIDAD DE VACUNAS

(#313). EL SISTEMA PLANETARIO DE TRAPPIST-1

(#310). MÁS ALLÁ DEL REDUCCIONISMO EN BIOLOGÍA

(#307). LA CRISIS DE LA INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA

(#302). CONSTRUCTOS EN PSICOLOGÍA E IMPLICACIONES ESTADÍSTICAS

(#301). CENSURA EN EL LENGUAJE CIENTÍFICO

(#298). ¿CAMBIAR DE ENTRENADOR A MITAD DE TEMPORADA?

(#294). NEUROLOGÍA DE LA MALDAD: PISTAS SOBRE LAS RAÍCES DE LA MALDAD INDIVIDUAL

(#287). MEDIAS VERDADES Y OCULTACIÓN: ACEPTACIÓN DEL ENGAÑO DE CORPORACIONES

(#283). INTERPRETACIÓN FRECUENTISTA DE LA PROBABILIDAD: EL PAPEL DE LOS MODELOS

(#276). LA IRRACIONALIDAD, SCHRÖDINGER, Y EL EFECTO TÚNEL

(#265). DEFENDIENDO EL P-VALOR A TRAVÉS DE SU CORRECTA INTERPRETACIÓN

(#264). MÁS ALLÁ DE LOS ENSAYOS CONTROLADOS ALEATORIZADOS

(#263). CAUSALIDAD EN CASOS INDIVIDUALES: ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA SU ESTUDIO

(#260). PROPONEN SER 10 VECES MÁS EXIGENTES CON EL P-VALOR

(#257). ERRORES DE CODIFICACIÓN DE EMBOLIAS PULMONARES AL USAR EL ICD-10

(#252). LA PREGABALINA NO SE ASOCIA A MALFORMACIONES EN EL EMBARAZO

(#243). LOS DEPORTISTAS DE ÉLITE VIVEN MÁS, PERO CON MATICES

(#232). LA OTRA HISTORIA DE NIKE

(#191). LA TRIADA OSCURA, LOS ANTICONCEPTIVOS Y LA PREFERENCIA SEXUAL

(#185). VENTA DE ENTRADAS EN LA NBA Y POTENCIAL DE LOS EQUIPOS

(#163). CRECEN LAS DUDAS SOBRE PLS (PARTIAL LEAST SQUARES)

(#159). ENTENDER LA NATURALEZA DE LOS DATOS Y DE LOS TEST ESTADÍSTICOS

(#128). INDICADORES FORMATIVOS EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(#127). AJUSTE EXACTO EN ECUACIONES ESTRUCTURALES

(#104). CORRUPCIÓN Y DESIGUALDAD ENTRE LOS MUY RICOS

(#100). DESCREÍDOS DE LA EPIDEMIOLOGÍA

(#90). REDES EN PSICOPATOLOGÍA Y EN MARKETING

(#76). EL 85-90% DE LOS NUEVOS MEDICAMENTOS SON INNECESARIOS

(#33). CLUSTERS DE CÁNCER PEDIÁTRICO

(#31). TRÁFICO Y CÁNCER DE PULMÓN

(#26). FOTOVOLTAICAS HIPERGEOMÉTRICAS

(#24). ROMPER EL CRISTAL

(#22). COMPLEJIDAD DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

(#20). DECISIONES HEURÍSTICAS

(#17). RADICALES DE LAS VACUNAS

(#13). 24755 CACAS EN EL PARQUE

(#12). ESTADÍSTICAS SIN ESTADÍSTICA

(#10). EL DESCUBRIMIENTO DEL ARGÓN

(#6). ¿VIVIMOS MÁS Y CON MEJOR SALUD?

(#5). ¿ES LA ECONOMÍA UNA CIENCIA?

(#3). HEZONJA Y LAS PREDICCIONES ESTADÍSTICAS

(#1) ¿CÓMO JUGARÁ MARIO HEZONJA SU PRÓXIMO PARTIDO?