

## Icke-linjära minsta-kvadratproblem

En speciell typ av minimeringsproblem är anpassning av en icke-linjär modell  $y(\mathbf{x}, t)$ , till en serie mätdata  $(t_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Tidigare tittade vi på anpassning av linjära modeller till mätdata med minsta-kvadratmetoden. Vårt problem blir nu att minimera

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^m r_i(\mathbf{x})^2, \quad \text{där } r_i(\mathbf{x}) = y(\mathbf{x}, t_i) - y_i$$

dvs. minimera summan av de vertikala avvikelserna i kvadrat. Det finns en funktion `lsqcurvefit` i `OPTIMIZATION TOOLBOX` som bygger på att man ser problemet som ett överbestämt system av icke-linjära ekvationer.

Som exempel tar vi följande modell som skall anpassas till en mätserie av ett insvägningsförlopp

$$y(t) = c_1 + \sin(c_2 t) \exp(-c_3 t)$$

Antag vi har mätserien lagrad i två vektorer `td` och `yd`. Vi ritar upp mätdata och med ledning av dessa och modellens egenskaper bildar vi en skattning `x0` av parametervärdena, dvs. värdena på  $\mathbf{x} = (c_1, c_2, c_3)$ , som vi tar som startapproximation. Sedan löser vi med `lsqcurvefit` och ritar upp modellen.

```
>> plot(td,yd,'o')                % rita data
>> xlabel('t'), ylabel('y')
>> hold on
>> y=@(x,t)x(1)+sin(x(2)*t).*exp(-x(3)*t);    % modell
>> x=lsqcurvefit(y,x0,td,yd)        % anpassning
x =
    1.9578    0.4887    0.0972

>> t=linspace(td(1),td(end),200); % täta t-värden ger snygg graf
>> plot(t,y(x,t),'g')              % rita modell
>> legend('Data','Modell','location','northeast')
```

