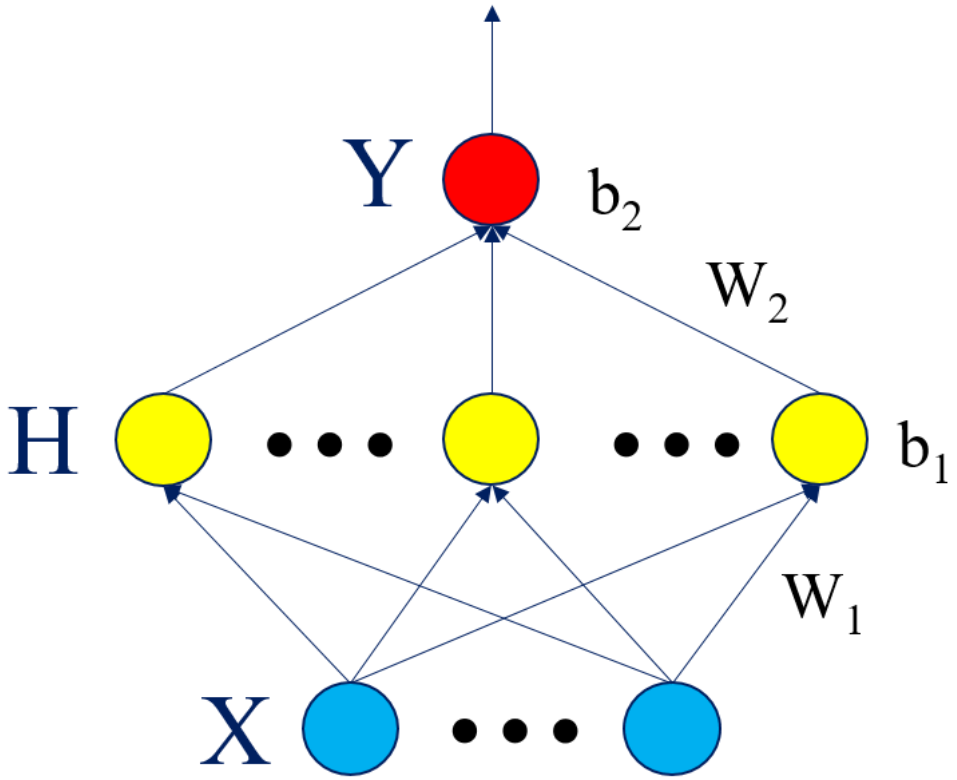
MATLAB实例：BP神经网络用于回归(非线性拟合)任务

作者：凯鲁嘎吉 - 博客园 http://www.cnblogs.com/kailugaji/

问题描述

给定多元(多维)数据X，有真实结果Y，对这些数据进行拟合(回归)，得到拟合函数的参数，进而得到拟合函数，现在进来一些新样本，对这些新样本进行预测出相应地Y值。通常的最小二乘法进行线性拟合并不适用于所有数据，对于大多数数据而言，他们的拟合函数是非线性的，人为构造拟合函数相当困难，没有一定的经验积累很难完美的构造出符合条件的拟合函数。因此神经网络在这里被应用来做回归(拟合)任务，进一步用来预测。神经网络是很强大的拟合工具，虽然数学可解释性差，但拟合效果好，因而得到广泛应用。BP神经网络是最基础的网络结构，输入层，隐层，输出层，三层结构。如下图所示。



整体的目标函数就是均方误差

$$L=||f(X)-Y||_{2}^{2}$$

其中(激活函数可以自行设定)

$$f(X)=purelin\left({{W}_{2}}\cdot \tan sig({{W}_{1}}\cdot X+{{b}_{1}})+{{b}_{2}} \right)$$

N: 输入数据的个数

D: 输入数据的维度

${{D}_{1}}$: 隐层节点的个数

X: 输入数据(D*N)

Y: 真实输出(1*N)

${{W}_{1}}$: 输入层到隐层的权值(${{D}_{1}}$*D)

${{b}_{1}}$: 隐层的偏置(${{D}_{1}}$*1)

${{W}_{2}}$: 输入层到隐层的权值(1*${{D}_{1}}$)

${{b}_{2}}$: 隐层的偏置(1*1)

通过给定训练数据与训练标签来训练网络的权值与偏置，进一步得到拟合函数$f(X)$。这样，来了新数据后，直接将新数据X代入函数$f(X)$，即可得到预测的结果。

y = tansig(x) = 2/(1+exp(-2*x))-1;
y = purelin(x) = x;

MATLAB程序

用到的数据为UCI数据库的housing数据：https://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/housing/

输入数据，最后一列是真实的输出结果，将数据打乱顺序，95%的作为训练集，剩下的作为测试集。这里隐层节点数为20。

BP_kailugaji.m

```
function errorsum=BP_kailugaji(data_load, NodeNum, ratio)
% Author：凯鲁嘎吉 https://www.cnblogs.com/kailugaji/
% Input:
% data_load: 最后一列真实输出结果
% NodeNum: 隐层节点个数
% ratio: 训练集占总体样本的比率
[Num, ~]=size(data_load);
data=data_load(:, 1:end-1);
real_label=data_load(:, end);

k=rand(1,Num);
```

```
[~,n]=sort(k);
kk=floor(Num*ratio);

%找出训练数据和预测数据
input_train=data(n(1:kk),:)';
output_train=real_label(n(1:kk))';
input_test=data(n(kk+1:Num),:)';
output_test=real_label(n(kk+1:Num))';

%选连样本输入输出数据归一化
[inputn,inputps]=mapminmax(input_train);
[outputn,outputps]=mapminmax(output_train);

%% BP网络训练
% %初始化网络结构
net=newff(inputn, outputn, NodeNum);

net.trainParam.epochs=100; % 最大迭代次数
net.trainParam.lr=0.01;  % 步长
net.trainParam.goal=1e-5;  % 迭代终止条件
% net.divideFcn = '';

%网络训练
net=train(net,inputn,outputn);

W1=net.iw{1, 1};
b1=net.b{1};
W2=net.lw{2, 1};
b2=net.b{2};
fun1=net.layers{1}.transferFcn;
fun2=net.layers{2}.transferFcn;

%% BP网络预测
%预测数据归一化
inputn_test=mapminmax('apply',input_test,inputps);

%网络预测输出
an=sim(net,inputn_test);

%网络输出反归一化
BPoutput=mapminmax('reverse',an,outputps);

%% 结果分析
figure(1)
plot(BPoutput,'-.or')
hold on
plot(output_test,'-*b');
```

```
legend('预测输出','期望输出')
xlim([1 (Num-kk)]);
title('BP网络预测输出','fontsize',12)
ylabel('函数输出','fontsize',12)
xlabel('样本','fontsize',12)
saveas(gcf,sprintf('BP网络预测输出.jpg'),'bmp');
%预测误差
error=BPoutput-output_test;
errorsum=sum(mse(error));
% 保留参数
save BP_parameter W1 b1 W2 b2 fun1 fun2 net inputps outputps
```

demo.m

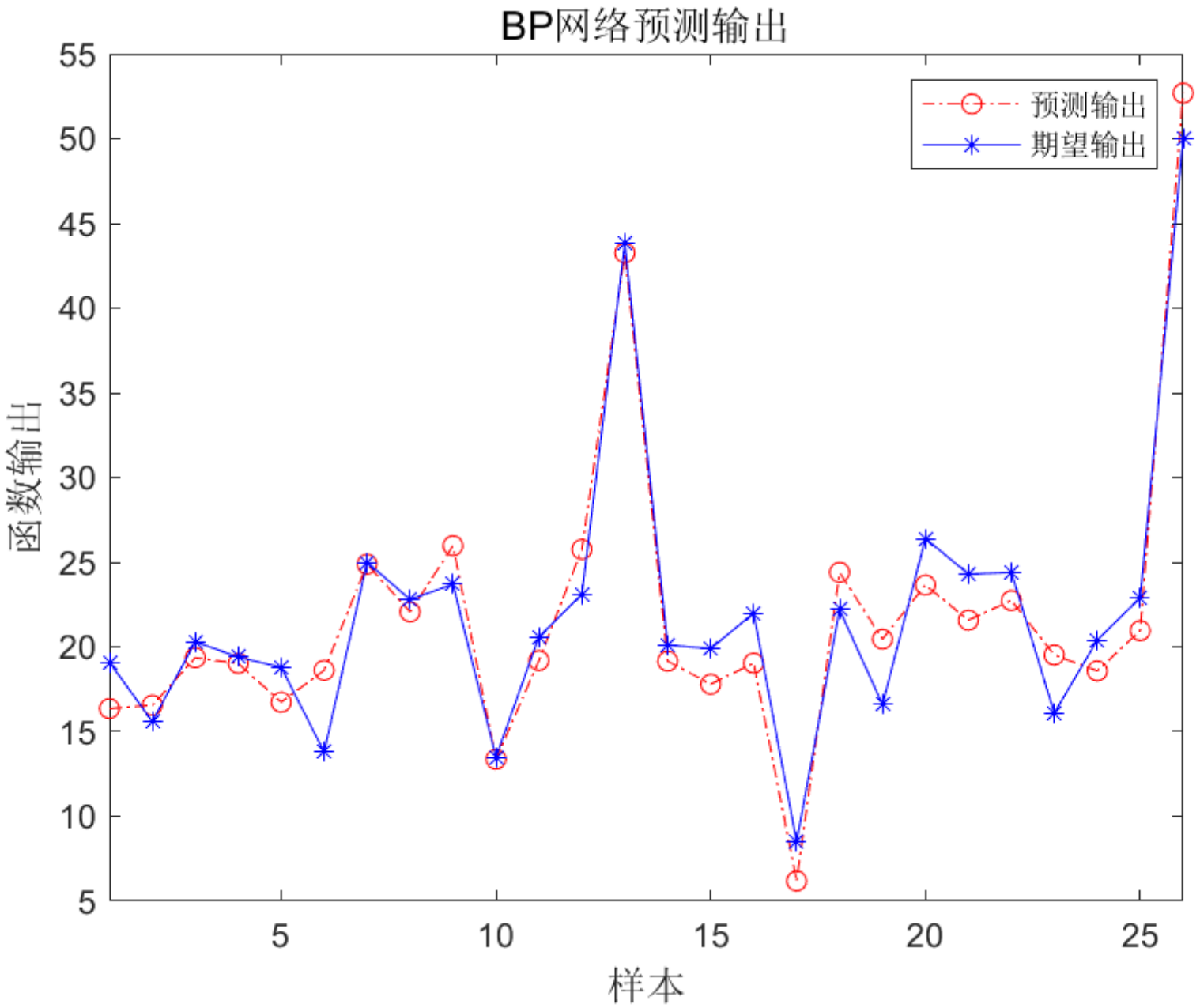
```
clear;clc;close all
data_load=dlmread('housing.data');
NodeNum=20;
ratio=0.95;
errorsum=BP_kailugaji(data_load, NodeNum, ratio);
fprintf('测试集总体均方误差为：%f\n', errorsum);

%%
% 验证原来的或者预测新的数据
num=1; % 验证第num行数据
load('BP_parameter.mat');
data=data_load(:, 1:end-1);
real_label=data_load(:, end);
X=data(num, :);
X=X';
Y=real_label(num, :);
%% BP网络预测
%预测数据归一化
X=mapminmax('apply',X,inputps);
%网络预测输出
Y_pre=sim(net,X);
%网络输出反归一化
Y_pre=mapminmax('reverse',Y_pre,outputps);

error=Y_pre-Y';
errorsum=sum(mse(error));
fprintf('第%d行数据的均方误差为：%f\n', num, errorsum);
```

结果

测试集总体均方误差为：5.184424
第1行数据的均方误差为：3.258243



注意：隐层节点个数，激活函数，迭代终止条件等等参数需要根据具体数据进行调整。