

ℓ_1 norm optimized solution of the system of equations $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$ is sparse.

Compare least ℓ_1 and ℓ_2 norm solution of $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$

```
clearvars
```

Construct A and \mathbf{b}

```
n = 10;  
m = 3;  
A = randi([-5,5],m,n);  
b = A*randi([-3,3],n,1)
```

```
b = 3×1  
    27  
    -8  
    20
```

Find the least ℓ_2 norm solution (using pseudo inverse)

```
x_2 = pinv(A)*b;
```

Find the least ℓ_1 norm solution (using ADMM)

```
maxIter = 400;  
rho = 1.6;  
  
B1 = A'*pinv(A*A');  
B1b = B1*b;  
B2 = B1*A;  
converged = false;  
dz = 1e-6;
```

Initialize the \mathbf{z} and \mathbf{u} vectors

```
Z0 = rand(n,1);  
U0 = rand(n,1);  
  
for i = 1:maxIter  
    % X update - using Shrinkage  
    c = Z0 - U0;  
    X1 = c - sign(c)/rho;  
    X1(sign(X1) ~= sign(c)) = 0;  
    % Z update - using Projection  
    mu = X1 + U0;  
    Z1 = (eye(n) - B2)*mu + B1b;  
    % U update - using gradient
```

```

    U1 = U0 + (X1 - Z1);
    if(norm(Z1-Z0) <= dz)
        converged = true;
        break
    end
    fprintf("iter : %d \t dz : %f dxz : %f \n",i,norm(Z1-Z0),norm(X1-Z0));
    % fprintf("iter : %d \t dz : %f\n",i,norm(X1-Z0));
    Z0 = Z1;
    U0 = U1;
end

```

```

iter : 1      dz : 2.817914 dxz : 1.919171
iter : 2      dz : 0.576363 dxz : 1.931973
iter : 3      dz : 0.490754 dxz : 0.527313
iter : 4      dz : 0.329792 dxz : 0.374325
iter : 5      dz : 0.125341 dxz : 0.235172
iter : 6      dz : 0.148572 dxz : 0.190362
iter : 7      dz : 0.161114 dxz : 0.164863
iter : 8      dz : 0.145692 dxz : 0.149757
iter : 9      dz : 0.131477 dxz : 0.140573
iter : 10     dz : 0.125402 dxz : 0.134777
iter : 11     dz : 0.119559 dxz : 0.130910
iter : 12     dz : 0.113727 dxz : 0.128154
iter : 13     dz : 0.111762 dxz : 0.126054
iter : 14     dz : 0.113705 dxz : 0.124363
iter : 15     dz : 0.116945 dxz : 0.122945
iter : 16     dz : 0.119473 dxz : 0.121722
iter : 17     dz : 0.120373 dxz : 0.120650
iter : 18     dz : 0.119468 dxz : 0.119699
iter : 19     dz : 0.117234 dxz : 0.118852
iter : 20     dz : 0.114603 dxz : 0.118095
iter : 21     dz : 0.112550 dxz : 0.117417
iter : 22     dz : 0.111668 dxz : 0.116810
iter : 23     dz : 0.111965 dxz : 0.116266
iter : 24     dz : 0.112971 dxz : 0.115778
iter : 25     dz : 0.114040 dxz : 0.115341
iter : 26     dz : 0.091546 dxz : 0.093722
iter : 27     dz : 0.064330 dxz : 0.075049
iter : 28     dz : 0.054949 dxz : 0.070685
iter : 29     dz : 0.043959 dxz : 0.068238
iter : 30     dz : 0.031049 dxz : 0.066422
iter : 31     dz : 0.017521 dxz : 0.064836
iter : 32     dz : 0.003962 dxz : 0.063352
iter : 33     dz : 0.009323 dxz : 0.061927
iter : 34     dz : 0.021402 dxz : 0.060545
iter : 35     dz : 0.032034 dxz : 0.059198
iter : 36     dz : 0.040814 dxz : 0.057884
iter : 37     dz : 0.047428 dxz : 0.056600
iter : 38     dz : 0.051672 dxz : 0.055345
iter : 39     dz : 0.053465 dxz : 0.054118
iter : 40     dz : 0.052838 dxz : 0.052919
iter : 41     dz : 0.049922 dxz : 0.051746
iter : 42     dz : 0.044947 dxz : 0.050600
iter : 43     dz : 0.038220 dxz : 0.049479
iter : 44     dz : 0.030112 dxz : 0.048382
iter : 45     dz : 0.021041 dxz : 0.047310
iter : 46     dz : 0.011445 dxz : 0.046262
iter : 47     dz : 0.001768 dxz : 0.045237
iter : 48     dz : 0.007563 dxz : 0.044235
iter : 49     dz : 0.016153 dxz : 0.043255
iter : 50     dz : 0.023658 dxz : 0.042296
iter : 51     dz : 0.029799 dxz : 0.041359

```

| | | |
|------------|---------------|----------------|
| iter : 52 | dz : 0.034364 | dxz : 0.040443 |
| iter : 53 | dz : 0.037223 | dxz : 0.039547 |
| iter : 54 | dz : 0.038326 | dxz : 0.038671 |
| iter : 55 | dz : 0.037701 | dxz : 0.037814 |
| iter : 56 | dz : 0.035451 | dxz : 0.036976 |
| iter : 57 | dz : 0.031746 | dxz : 0.036157 |
| iter : 58 | dz : 0.026813 | dxz : 0.035356 |
| iter : 59 | dz : 0.020920 | dxz : 0.034572 |
| iter : 60 | dz : 0.014369 | dxz : 0.033806 |
| iter : 61 | dz : 0.007476 | dxz : 0.033057 |
| iter : 62 | dz : 0.000557 | dxz : 0.032325 |
| iter : 63 | dz : 0.006084 | dxz : 0.031608 |
| iter : 64 | dz : 0.012166 | dxz : 0.030908 |
| iter : 65 | dz : 0.017449 | dxz : 0.030223 |
| iter : 66 | dz : 0.021736 | dxz : 0.029554 |
| iter : 67 | dz : 0.024882 | dxz : 0.028899 |
| iter : 68 | dz : 0.026801 | dxz : 0.028259 |
| iter : 69 | dz : 0.027460 | dxz : 0.027632 |
| iter : 70 | dz : 0.026887 | dxz : 0.027020 |
| iter : 71 | dz : 0.025162 | dxz : 0.026422 |
| iter : 72 | dz : 0.022409 | dxz : 0.025836 |
| iter : 73 | dz : 0.018794 | dxz : 0.025264 |
| iter : 74 | dz : 0.014515 | dxz : 0.024704 |
| iter : 75 | dz : 0.009787 | dxz : 0.024157 |
| iter : 76 | dz : 0.004837 | dxz : 0.023621 |
| iter : 77 | dz : 0.000108 | dxz : 0.023098 |
| iter : 78 | dz : 0.004831 | dxz : 0.022586 |
| iter : 79 | dz : 0.009136 | dxz : 0.022086 |
| iter : 80 | dz : 0.012851 | dxz : 0.021596 |
| iter : 81 | dz : 0.015841 | dxz : 0.021118 |
| iter : 82 | dz : 0.018006 | dxz : 0.020650 |
| iter : 83 | dz : 0.019286 | dxz : 0.020192 |
| iter : 84 | dz : 0.019665 | dxz : 0.019745 |
| iter : 85 | dz : 0.019166 | dxz : 0.019308 |
| iter : 86 | dz : 0.017849 | dxz : 0.018880 |
| iter : 87 | dz : 0.015808 | dxz : 0.018461 |
| iter : 88 | dz : 0.013163 | dxz : 0.018052 |
| iter : 89 | dz : 0.010057 | dxz : 0.017652 |
| iter : 90 | dz : 0.006647 | dxz : 0.017261 |
| iter : 91 | dz : 0.003094 | dxz : 0.016879 |
| iter : 92 | dz : 0.000438 | dxz : 0.016505 |
| iter : 93 | dz : 0.003796 | dxz : 0.016139 |
| iter : 94 | dz : 0.006841 | dxz : 0.015782 |
| iter : 95 | dz : 0.009452 | dxz : 0.015432 |
| iter : 96 | dz : 0.011535 | dxz : 0.015090 |
| iter : 97 | dz : 0.013021 | dxz : 0.014756 |
| iter : 98 | dz : 0.013871 | dxz : 0.014429 |
| iter : 99 | dz : 0.014076 | dxz : 0.014109 |
| iter : 100 | dz : 0.013656 | dxz : 0.013796 |
| iter : 101 | dz : 0.012655 | dxz : 0.013491 |
| iter : 102 | dz : 0.011144 | dxz : 0.013192 |
| iter : 103 | dz : 0.009210 | dxz : 0.012900 |
| iter : 104 | dz : 0.006958 | dxz : 0.012614 |
| iter : 105 | dz : 0.004499 | dxz : 0.012334 |
| iter : 106 | dz : 0.001951 | dxz : 0.012061 |
| iter : 107 | dz : 0.000571 | dxz : 0.011794 |
| iter : 108 | dz : 0.002957 | dxz : 0.011532 |
| iter : 109 | dz : 0.005109 | dxz : 0.011277 |
| iter : 110 | dz : 0.006943 | dxz : 0.011027 |
| iter : 111 | dz : 0.008392 | dxz : 0.010783 |
| iter : 112 | dz : 0.009411 | dxz : 0.010544 |
| iter : 113 | dz : 0.009972 | dxz : 0.010310 |
| iter : 114 | dz : 0.010071 | dxz : 0.010082 |
| iter : 115 | dz : 0.009725 | dxz : 0.009858 |

| | | |
|------------|---------------|----------------|
| iter : 116 | dz : 0.008968 | dxz : 0.009640 |
| iter : 117 | dz : 0.007851 | dxz : 0.009426 |
| iter : 118 | dz : 0.006439 | dxz : 0.009218 |
| iter : 119 | dz : 0.004806 | dxz : 0.009013 |
| iter : 120 | dz : 0.003035 | dxz : 0.008814 |
| iter : 121 | dz : 0.001208 | dxz : 0.008618 |
| iter : 122 | dz : 0.000592 | dxz : 0.008427 |
| iter : 123 | dz : 0.002287 | dxz : 0.008241 |
| iter : 124 | dz : 0.003807 | dxz : 0.008058 |
| iter : 125 | dz : 0.005094 | dxz : 0.007880 |
| iter : 126 | dz : 0.006101 | dxz : 0.007705 |
| iter : 127 | dz : 0.006797 | dxz : 0.007534 |
| iter : 128 | dz : 0.007165 | dxz : 0.007367 |
| iter : 129 | dz : 0.007202 | dxz : 0.007204 |
| iter : 130 | dz : 0.006922 | dxz : 0.007044 |
| iter : 131 | dz : 0.006351 | dxz : 0.006888 |
| iter : 132 | dz : 0.005527 | dxz : 0.006736 |
| iter : 133 | dz : 0.004497 | dxz : 0.006586 |
| iter : 134 | dz : 0.003314 | dxz : 0.006441 |
| iter : 135 | dz : 0.002039 | dxz : 0.006298 |
| iter : 136 | dz : 0.000730 | dxz : 0.006158 |
| iter : 137 | dz : 0.000554 | dxz : 0.006022 |
| iter : 138 | dz : 0.001757 | dxz : 0.005888 |
| iter : 139 | dz : 0.002831 | dxz : 0.005758 |
| iter : 140 | dz : 0.003733 | dxz : 0.005630 |
| iter : 141 | dz : 0.004432 | dxz : 0.005506 |
| iter : 142 | dz : 0.004907 | dxz : 0.005384 |
| iter : 143 | dz : 0.005145 | dxz : 0.005264 |
| iter : 144 | dz : 0.005148 | dxz : 0.005148 |
| iter : 145 | dz : 0.004925 | dxz : 0.005034 |
| iter : 146 | dz : 0.004496 | dxz : 0.004922 |
| iter : 147 | dz : 0.003888 | dxz : 0.004813 |
| iter : 148 | dz : 0.003137 | dxz : 0.004706 |
| iter : 149 | dz : 0.002281 | dxz : 0.004602 |
| iter : 150 | dz : 0.001363 | dxz : 0.004500 |
| iter : 151 | dz : 0.000426 | dxz : 0.004400 |
| iter : 152 | dz : 0.000490 | dxz : 0.004303 |
| iter : 153 | dz : 0.001343 | dxz : 0.004208 |
| iter : 154 | dz : 0.002101 | dxz : 0.004114 |
| iter : 155 | dz : 0.002733 | dxz : 0.004023 |
| iter : 156 | dz : 0.003217 | dxz : 0.003934 |
| iter : 157 | dz : 0.003540 | dxz : 0.003847 |
| iter : 158 | dz : 0.003693 | dxz : 0.003762 |
| iter : 159 | dz : 0.003678 | dxz : 0.003678 |
| iter : 160 | dz : 0.003502 | dxz : 0.003597 |
| iter : 161 | dz : 0.003180 | dxz : 0.003517 |
| iter : 162 | dz : 0.002733 | dxz : 0.003439 |
| iter : 163 | dz : 0.002186 | dxz : 0.003363 |
| iter : 164 | dz : 0.001567 | dxz : 0.003289 |
| iter : 165 | dz : 0.000907 | dxz : 0.003216 |
| iter : 166 | dz : 0.000236 | dxz : 0.003144 |
| iter : 167 | dz : 0.000417 | dxz : 0.003075 |
| iter : 168 | dz : 0.001022 | dxz : 0.003007 |
| iter : 169 | dz : 0.001556 | dxz : 0.002940 |
| iter : 170 | dz : 0.001998 | dxz : 0.002875 |
| iter : 171 | dz : 0.002334 | dxz : 0.002811 |
| iter : 172 | dz : 0.002552 | dxz : 0.002749 |
| iter : 173 | dz : 0.002649 | dxz : 0.002688 |
| iter : 174 | dz : 0.002626 | dxz : 0.002628 |
| iter : 175 | dz : 0.002489 | dxz : 0.002570 |
| iter : 176 | dz : 0.002248 | dxz : 0.002513 |
| iter : 177 | dz : 0.001920 | dxz : 0.002458 |
| iter : 178 | dz : 0.001522 | dxz : 0.002403 |
| iter : 179 | dz : 0.001075 | dxz : 0.002350 |

| | | |
|------------|---------------|----------------|
| iter : 180 | dz : 0.000600 | dxz : 0.002298 |
| iter : 181 | dz : 0.000119 | dxz : 0.002247 |
| iter : 182 | dz : 0.000345 | dxz : 0.002197 |
| iter : 183 | dz : 0.000774 | dxz : 0.002148 |
| iter : 184 | dz : 0.001151 | dxz : 0.002101 |
| iter : 185 | dz : 0.001460 | dxz : 0.002054 |
| iter : 186 | dz : 0.001692 | dxz : 0.002009 |
| iter : 187 | dz : 0.001839 | dxz : 0.001964 |
| iter : 188 | dz : 0.001900 | dxz : 0.001921 |
| iter : 189 | dz : 0.001874 | dxz : 0.001878 |
| iter : 190 | dz : 0.001768 | dxz : 0.001837 |
| iter : 191 | dz : 0.001589 | dxz : 0.001796 |
| iter : 192 | dz : 0.001348 | dxz : 0.001756 |
| iter : 193 | dz : 0.001058 | dxz : 0.001717 |
| iter : 194 | dz : 0.000735 | dxz : 0.001679 |
| iter : 195 | dz : 0.000394 | dxz : 0.001642 |
| iter : 196 | dz : 0.000050 | dxz : 0.001606 |
| iter : 197 | dz : 0.000281 | dxz : 0.001570 |
| iter : 198 | dz : 0.000584 | dxz : 0.001535 |
| iter : 199 | dz : 0.000849 | dxz : 0.001501 |
| iter : 200 | dz : 0.001066 | dxz : 0.001468 |
| iter : 201 | dz : 0.001226 | dxz : 0.001435 |
| iter : 202 | dz : 0.001325 | dxz : 0.001404 |
| iter : 203 | dz : 0.001362 | dxz : 0.001372 |
| iter : 204 | dz : 0.001337 | dxz : 0.001342 |
| iter : 205 | dz : 0.001255 | dxz : 0.001312 |
| iter : 206 | dz : 0.001122 | dxz : 0.001283 |
| iter : 207 | dz : 0.000945 | dxz : 0.001255 |
| iter : 208 | dz : 0.000735 | dxz : 0.001227 |
| iter : 209 | dz : 0.000501 | dxz : 0.001200 |
| iter : 210 | dz : 0.000256 | dxz : 0.001173 |
| iter : 211 | dz : 0.000011 | dxz : 0.001147 |
| iter : 212 | dz : 0.000225 | dxz : 0.001122 |
| iter : 213 | dz : 0.000440 | dxz : 0.001097 |
| iter : 214 | dz : 0.000626 | dxz : 0.001073 |
| iter : 215 | dz : 0.000777 | dxz : 0.001049 |
| iter : 216 | dz : 0.000887 | dxz : 0.001026 |
| iter : 217 | dz : 0.000954 | dxz : 0.001003 |
| iter : 218 | dz : 0.000975 | dxz : 0.000981 |
| iter : 219 | dz : 0.000954 | dxz : 0.000959 |
| iter : 220 | dz : 0.000891 | dxz : 0.000938 |
| iter : 221 | dz : 0.000792 | dxz : 0.000917 |
| iter : 222 | dz : 0.000662 | dxz : 0.000897 |
| iter : 223 | dz : 0.000510 | dxz : 0.000877 |
| iter : 224 | dz : 0.000341 | dxz : 0.000857 |
| iter : 225 | dz : 0.000165 | dxz : 0.000838 |
| iter : 226 | dz : 0.000010 | dxz : 0.000820 |
| iter : 227 | dz : 0.000178 | dxz : 0.000802 |
| iter : 228 | dz : 0.000330 | dxz : 0.000784 |
| iter : 229 | dz : 0.000461 | dxz : 0.000766 |
| iter : 230 | dz : 0.000566 | dxz : 0.000750 |
| iter : 231 | dz : 0.000642 | dxz : 0.000733 |
| iter : 232 | dz : 0.000686 | dxz : 0.000717 |
| iter : 233 | dz : 0.000698 | dxz : 0.000701 |
| iter : 234 | dz : 0.000680 | dxz : 0.000685 |
| iter : 235 | dz : 0.000632 | dxz : 0.000670 |
| iter : 236 | dz : 0.000558 | dxz : 0.000655 |
| iter : 237 | dz : 0.000464 | dxz : 0.000641 |
| iter : 238 | dz : 0.000353 | dxz : 0.000627 |
| iter : 239 | dz : 0.000231 | dxz : 0.000613 |
| iter : 240 | dz : 0.000105 | dxz : 0.000599 |
| iter : 241 | dz : 0.000020 | dxz : 0.000586 |
| iter : 242 | dz : 0.000139 | dxz : 0.000573 |
| iter : 243 | dz : 0.000247 | dxz : 0.000560 |

| | | |
|------------|---------------|----------------|
| iter : 244 | dz : 0.000339 | dxz : 0.000548 |
| iter : 245 | dz : 0.000412 | dxz : 0.000536 |
| iter : 246 | dz : 0.000464 | dxz : 0.000524 |
| iter : 247 | dz : 0.000493 | dxz : 0.000512 |
| iter : 248 | dz : 0.000500 | dxz : 0.000501 |
| iter : 249 | dz : 0.000484 | dxz : 0.000490 |
| iter : 250 | dz : 0.000448 | dxz : 0.000479 |
| iter : 251 | dz : 0.000394 | dxz : 0.000468 |
| iter : 252 | dz : 0.000324 | dxz : 0.000458 |
| iter : 253 | dz : 0.000244 | dxz : 0.000448 |
| iter : 254 | dz : 0.000156 | dxz : 0.000438 |
| iter : 255 | dz : 0.000066 | dxz : 0.000428 |
| iter : 256 | dz : 0.000024 | dxz : 0.000419 |
| iter : 257 | dz : 0.000108 | dxz : 0.000409 |
| iter : 258 | dz : 0.000184 | dxz : 0.000400 |
| iter : 259 | dz : 0.000249 | dxz : 0.000391 |
| iter : 260 | dz : 0.000300 | dxz : 0.000383 |
| iter : 261 | dz : 0.000335 | dxz : 0.000374 |
| iter : 262 | dz : 0.000355 | dxz : 0.000366 |
| iter : 263 | dz : 0.000358 | dxz : 0.000358 |
| iter : 264 | dz : 0.000345 | dxz : 0.000350 |
| iter : 265 | dz : 0.000317 | dxz : 0.000342 |
| iter : 266 | dz : 0.000277 | dxz : 0.000335 |
| iter : 267 | dz : 0.000227 | dxz : 0.000327 |
| iter : 268 | dz : 0.000168 | dxz : 0.000320 |
| iter : 269 | dz : 0.000105 | dxz : 0.000313 |
| iter : 270 | dz : 0.000040 | dxz : 0.000306 |
| iter : 271 | dz : 0.000023 | dxz : 0.000299 |
| iter : 272 | dz : 0.000083 | dxz : 0.000292 |
| iter : 273 | dz : 0.000137 | dxz : 0.000286 |
| iter : 274 | dz : 0.000182 | dxz : 0.000280 |
| iter : 275 | dz : 0.000218 | dxz : 0.000273 |
| iter : 276 | dz : 0.000242 | dxz : 0.000267 |
| iter : 277 | dz : 0.000255 | dxz : 0.000261 |
| iter : 278 | dz : 0.000256 | dxz : 0.000256 |
| iter : 279 | dz : 0.000245 | dxz : 0.000250 |
| iter : 280 | dz : 0.000225 | dxz : 0.000244 |
| iter : 281 | dz : 0.000195 | dxz : 0.000239 |
| iter : 282 | dz : 0.000158 | dxz : 0.000234 |
| iter : 283 | dz : 0.000116 | dxz : 0.000229 |
| iter : 284 | dz : 0.000071 | dxz : 0.000224 |
| iter : 285 | dz : 0.000024 | dxz : 0.000219 |
| iter : 286 | dz : 0.000021 | dxz : 0.000214 |
| iter : 287 | dz : 0.000064 | dxz : 0.000209 |
| iter : 288 | dz : 0.000102 | dxz : 0.000204 |
| iter : 289 | dz : 0.000134 | dxz : 0.000200 |
| iter : 290 | dz : 0.000158 | dxz : 0.000195 |
| iter : 291 | dz : 0.000175 | dxz : 0.000191 |
| iter : 292 | dz : 0.000183 | dxz : 0.000187 |
| iter : 293 | dz : 0.000183 | dxz : 0.000183 |
| iter : 294 | dz : 0.000174 | dxz : 0.000179 |
| iter : 295 | dz : 0.000159 | dxz : 0.000175 |
| iter : 296 | dz : 0.000137 | dxz : 0.000171 |
| iter : 297 | dz : 0.000110 | dxz : 0.000167 |
| iter : 298 | dz : 0.000080 | dxz : 0.000163 |
| iter : 299 | dz : 0.000047 | dxz : 0.000160 |
| iter : 300 | dz : 0.000014 | dxz : 0.000156 |
| iter : 301 | dz : 0.000019 | dxz : 0.000153 |
| iter : 302 | dz : 0.000049 | dxz : 0.000149 |
| iter : 303 | dz : 0.000076 | dxz : 0.000146 |
| iter : 304 | dz : 0.000098 | dxz : 0.000143 |
| iter : 305 | dz : 0.000115 | dxz : 0.000140 |
| iter : 306 | dz : 0.000126 | dxz : 0.000137 |
| iter : 307 | dz : 0.000131 | dxz : 0.000134 |

```

iter : 308      dz : 0.000131 dxz : 0.000131
iter : 309      dz : 0.000124 dxz : 0.000128
iter : 310      dz : 0.000112 dxz : 0.000125
iter : 311      dz : 0.000096 dxz : 0.000122
iter : 312      dz : 0.000077 dxz : 0.000119
iter : 313      dz : 0.000055 dxz : 0.000117
iter : 314      dz : 0.000031 dxz : 0.000114
iter : 315      dz : 0.000007 dxz : 0.000112
iter : 316      dz : 0.000016 dxz : 0.000109
iter : 317      dz : 0.000037 dxz : 0.000107
iter : 318      dz : 0.000056 dxz : 0.000104
iter : 319      dz : 0.000071 dxz : 0.000102
iter : 320      dz : 0.000083 dxz : 0.000100
iter : 321      dz : 0.000091 dxz : 0.000098
iter : 322      dz : 0.000094 dxz : 0.000095
iter : 323      dz : 0.000093 dxz : 0.000093
iter : 324      dz : 0.000088 dxz : 0.000091
iter : 325      dz : 0.000079 dxz : 0.000089
iter : 326      dz : 0.000068 dxz : 0.000087
iter : 327      dz : 0.000053 dxz : 0.000085
iter : 328      dz : 0.000038 dxz : 0.000083
iter : 329      dz : 0.000021 dxz : 0.000082
iter : 330      dz : 0.000004 dxz : 0.000080
iter : 331      dz : 0.000013 dxz : 0.000078
iter : 332      dz : 0.000028 dxz : 0.000076
iter : 333      dz : 0.000041 dxz : 0.000075
iter : 334      dz : 0.000052 dxz : 0.000073
iter : 335      dz : 0.000060 dxz : 0.000071
iter : 336      dz : 0.000065 dxz : 0.000070
iter : 337      dz : 0.000068 dxz : 0.000068
iter : 338      dz : 0.000066 dxz : 0.000067
iter : 339      dz : 0.000063 dxz : 0.000065
iter : 340      dz : 0.000056 dxz : 0.000064
iter : 341      dz : 0.000048 dxz : 0.000062
iter : 342      dz : 0.000037 dxz : 0.000061
iter : 343      dz : 0.000026 dxz : 0.000060
iter : 344      dz : 0.000014 dxz : 0.000058
iter : 345      dz : 0.000001 dxz : 0.000057
iter : 346      dz : 0.000010 dxz : 0.000056
iter : 347      dz : 0.000021 dxz : 0.000054
iter : 348      dz : 0.000030 dxz : 0.000053
iter : 349      dz : 0.000038 dxz : 0.000052
iter : 350      dz : 0.000044 dxz : 0.000051
iter : 351      dz : 0.000047 dxz : 0.000050
iter : 352      dz : 0.000048 dxz : 0.000049
iter : 353      dz : 0.000047 dxz : 0.000048
iter : 354      dz : 0.000044 dxz : 0.000047
iter : 355      dz : 0.000040 dxz : 0.000046
iter : 356      dz : 0.000033 dxz : 0.000045
iter : 357      dz : 0.000026 dxz : 0.000044
iter : 358      dz : 0.000017 dxz : 0.000043
iter : 359      dz : 0.000009 dxz : 0.000042

```

```

x_1 = X1;

if(converged == true)
    fprintf("L1 norm optimized solution found after %d iterations. \n",i);
elseif(converged == false)
    fprintf("Convergence failed\n")
    fprintf("Try : increasing the no: iteration, increasing the convergence
tol value, changing rho\n");

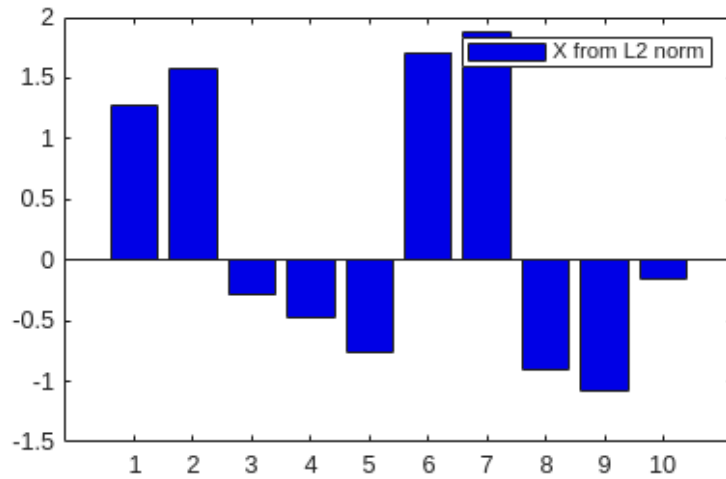
```

```
end
```

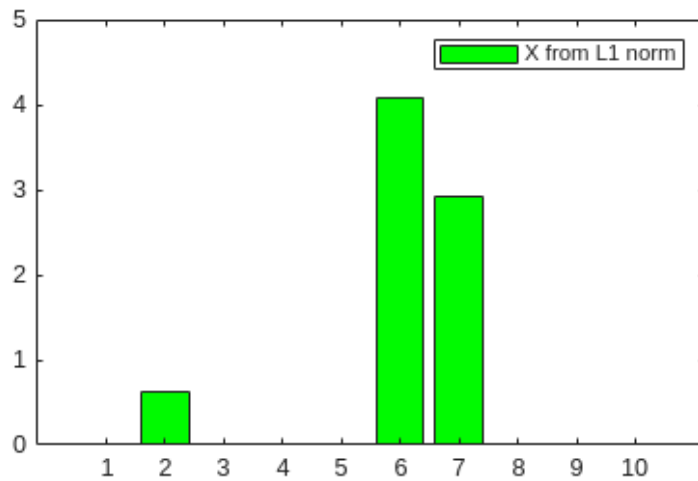
L1 norm optimized solution found after 360 iterations.

Plot to check the solution vector X and surrogate variable Z

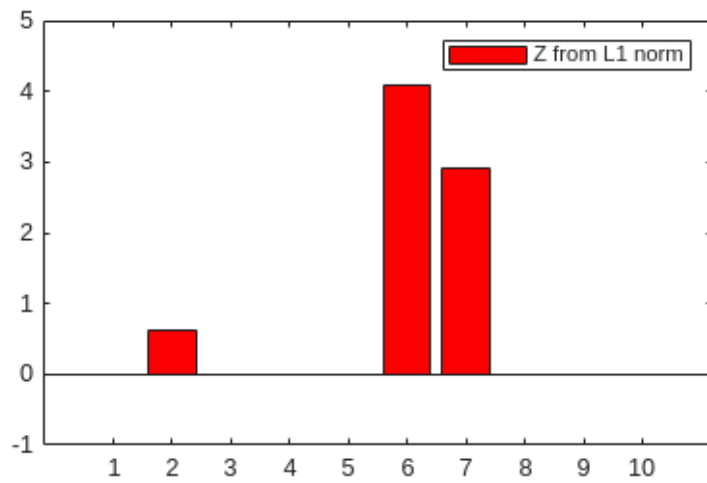
```
b2 = bar(x_2);%hold on;  
b2.FaceColor = [0 0 0.9];  
legend("X from L2 norm")
```



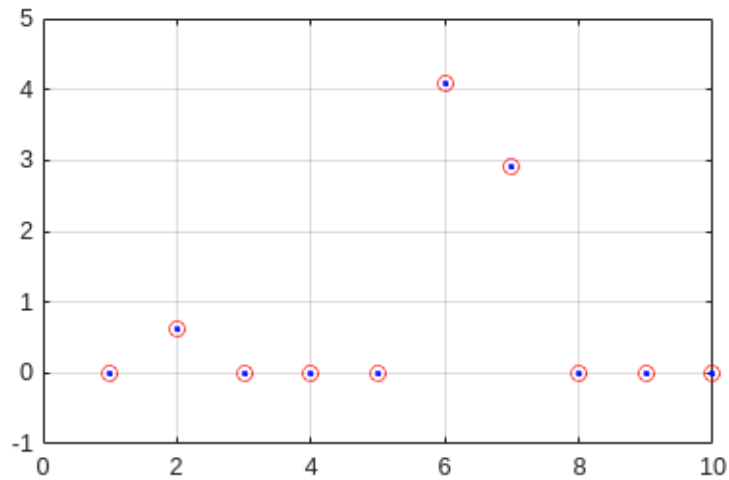
```
b1 = bar(x_1);%hold off  
b1.FaceColor = [0 0.98 0];  
legend("X from L1 norm")
```



```
b1 = bar(Z1);%hold off  
b1.FaceColor = [0.98 0 0];  
legend("Z from L1 norm")
```

```
plot(X1,'ro');hold on
plot(Z1,'b.');
```



Check the error vector $Ax - b$

```
e1 = A*x_1-b
```

```
e1 = 3x1
10^-3 x
-0.2434
-0.1136
0.3595
```

```
e2 = A*x_2-b
```

```
e2 = 3x1
10^-13 x
-0.2487
-0.0533
-0.0711
```

Check the sparsity of the solution

```
sum(x_1 ~= 0)
```

```
ans =  
3
```

```
sum(x_2 ~= 0)
```

```
ans =  
10
```

```
cd("/media/user/DATA4LINUX/new1/Repos/Mine/MFC4_22MAT230/")  
mlxfile = matlab.desktop.editor.getActive().Filename;  
outfile = mlxfile + ".pdf"
```

```
outfile =  
"/media/user/DATA4LINUX/new1/Repos/Mine/MFC4_22MAT230/U1_Comparison_L1_L2_norm_Matlab_coding.mlx.pdf"
```

```
export(matlab.desktop.editor.getActive().Filename, outfile);
```