

201600282 엄기산

```
In [1]: from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
        InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"
```

```
In [2]: import matplotlib.pyplot as plt
        import numpy as np
        import imageio
        import glob
        from scipy import ndimage
```

```
In [3]: %matplotlib inline
        import scipy.special
```

```
In [16]: for image_file_name in glob.glob('./my_own_image/*.png'):

        correct_label = int(image_file_name[-5:-4])

        print("***correct_label:", correct_label)

        image_array = imageio.imread(image_file_name)

        plt.imshow(image_array, cmap='Reds', interpolation='None')
        plt.show()

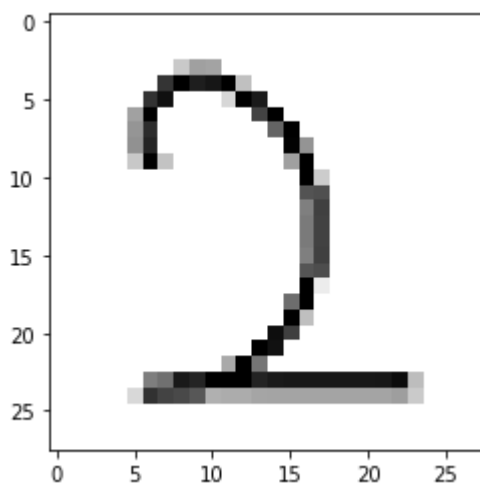
        image_array = image_array[:, :, 0]
        print(image_array.shape)
        print(image_array)

        image_data = 255.0 - image_array.reshape(784)
        image_data = (image_data/255.0*0.99)+0.01

        plt.imshow(image_array, cmap='Reds', interpolation = 'None')
        plt.show()
```

***correct_label: 2

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fc495b0>



(28, 28)

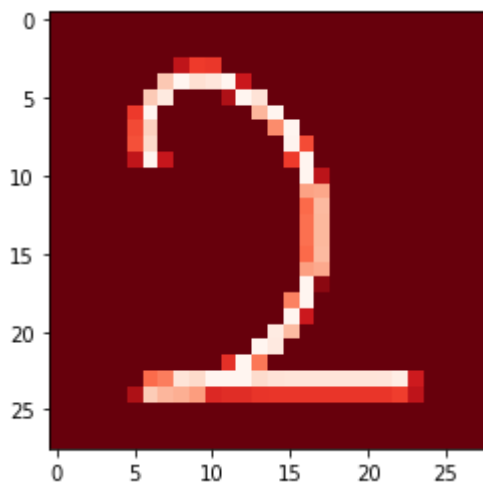
```
[[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 201 160 163 255 255 255 255 255 255 255]
```

```

255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 52 0 30 22 0 192 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 50 16 255 255 255 215 0 26 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 161 0 255 255 255 255 255 255 67 0 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 149 44 255 255 255 255 255 255 255 100 0 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 145 36 255 255 255 255 255 255 255 255 2 148 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 200 0 195 255 255 255 255 255 255 255 160 0 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 204
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 83 79
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 127 64
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 122 66
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 122 66
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 127 64
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 85 77
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 236
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 109 0 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 191 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 14 63 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 17 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 169 0 117 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 126 112 25 36 0 0 0 35 26 24 24 24
24 24 24 23 12 189 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 216 49 67 73 87 176 172 172 165 164 164 164 164
164 164 164 164 158 202 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255]

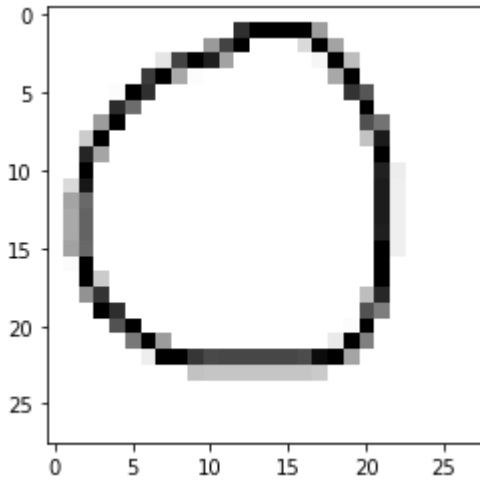
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ebb2880>



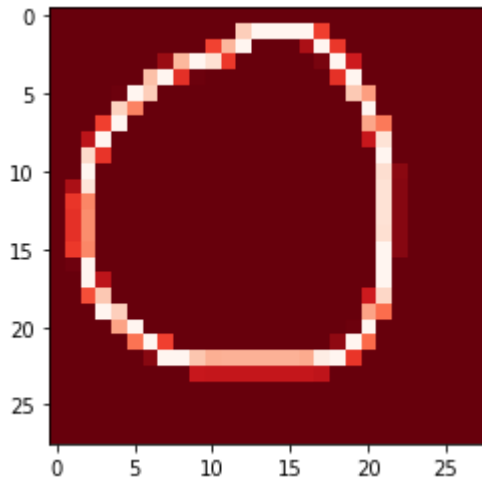
***correct_label: 0

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fbcdc10>
```

 $(28, 28)$

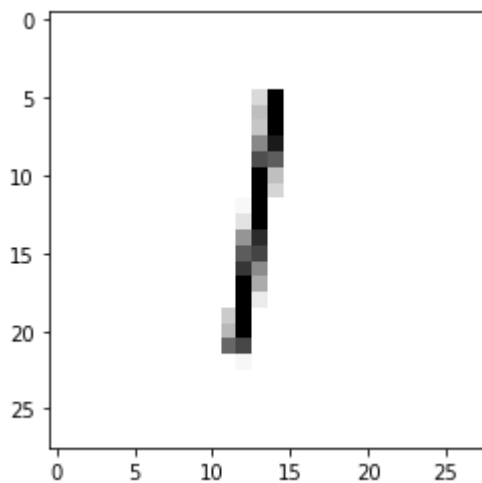
[	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	47	0	0	0	157
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	154	67	0	255	255	255	218
163	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								0
[	255	255	255	255	255	255	255	229	66	0	30	162	255	255	255	255	246
0	189	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	255	255	255	59	0	169	252	255	255	255	255	255	255	255
168	0	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	255	252	0	47	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	51	86	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	255	43	108	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	0	255	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	255	156	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	80	115	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	204	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	194	27	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	37	165	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	0	255	255	255	255	255	255]								
[	255	255	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	33	237	255	255	255	255	255]								
[	255	218	23	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	28	239	255	255	255	255	255]								
[	255	164	105	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	28	239	255	255	255	255	255]								
[	255	169	99	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	28	239	255	255	255	255	255]								
[	255	169	99	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	31	239	255	255	255	255	255]								
[	255	162	104	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	0	239	255												

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fb85340>
```



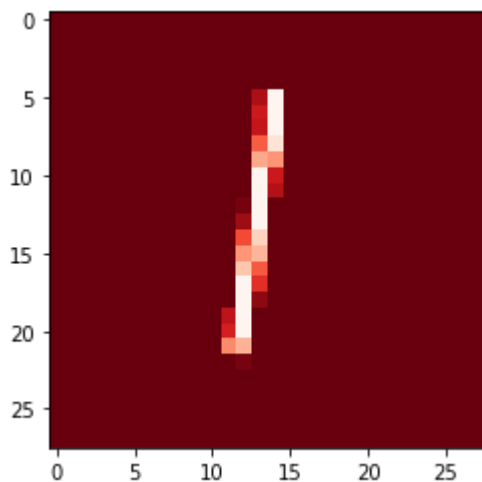
```
***correct_label: 1
```

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ecfaa00>
```

 $(28, 28)$ [illegible]

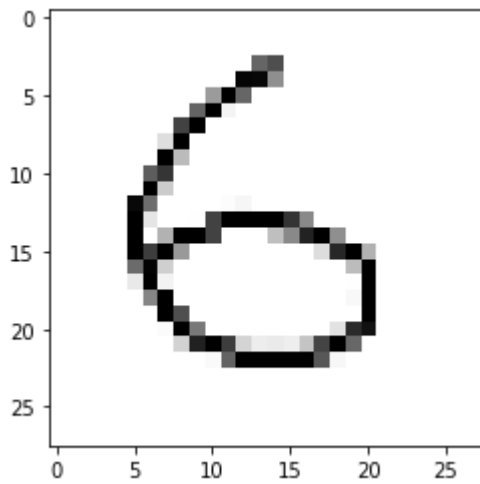
```
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 248 0 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 227 0 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 149 43 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 92 68 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 54 139 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 171 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 235 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 203 0 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 184 0 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 102 70 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 247 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ecdd2b0>



***correct_label: 6

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fa11dc0>



(28, 28)

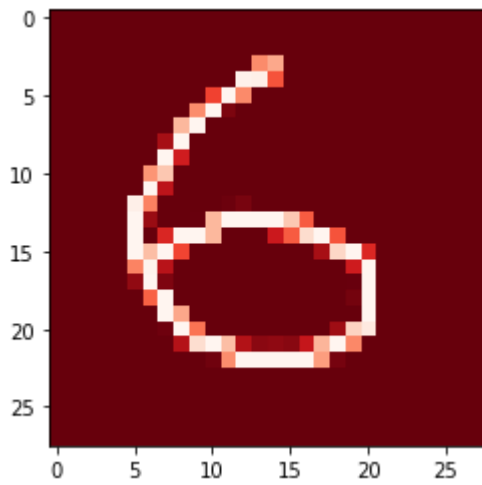
[	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	101	78	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	5	8	143	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	155	0	102	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	100	0	244	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255]								
[255	255	255	255	255	255	255	255	255	66	0	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	255	255	222	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	255	255	0	187	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	255	93	53	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	255	0	203	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	8	109	255	255	255	255	252	246	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	0	229	255	255	254	66	0	0	0	0	52	137	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	0	255	178	0	0	66	255	255	255	191	137	34	0
143	255	255	255	255	255	255	255	255]									
[255	255	255	255	255	0	61	0	153	255	255	255	255	255	255	255	255	221
39	0	177	255	255	255	255	255	255]									

```

255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]

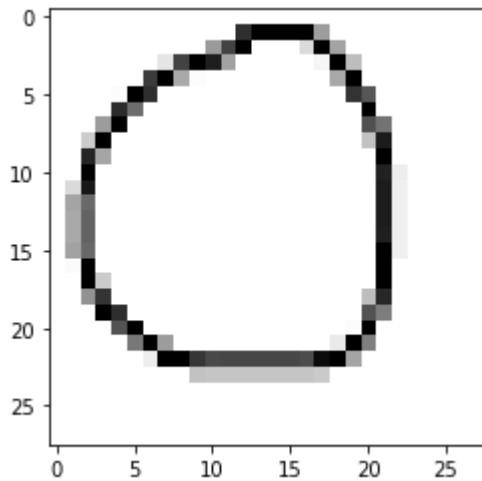
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fc49dc0>



***correct_label: 0

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2f9dedf0>



(28, 28)

```

[[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 47  0  0  0  0 157
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 154  67  0 255 255 255 218  0
 163 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 229  66  0  30 162 255 255 255 255 246
  0 189 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 59  0 169 252 255 255 255 255 255 255 255 255
 168  0 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 252  0  47 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255  51  86 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255  43 108 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255  0 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 156  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255  80 115 255 255 255 255 255]
 [255 255 204  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 194  27 255 255 255 255 255]
 [255 255  37 165 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255  0 255 255 255 255 255]
 [255 255  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255  33 237 255 255 255 255]
 [255 218  23 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255  28 239 255 255 255 255]
 [255 164 105 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255

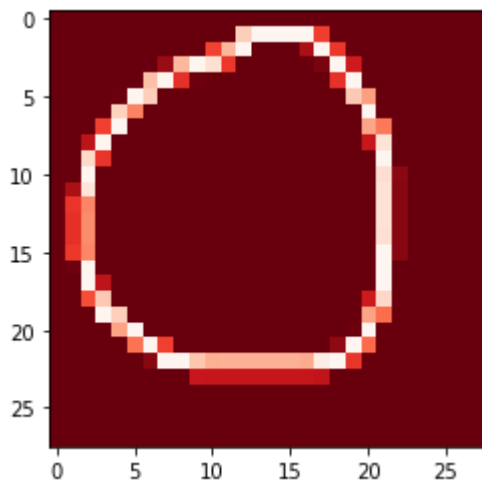
```

```

255 255 255 28 239 255 255 255 255]
[255 169 99 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 28 239 255 255 255 255]
[255 169 99 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 31 239 255 255 255 255]
[255 162 104 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 0 239 255 255 255 255]
[255 251 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 0 255 255 255 255 255]
[255 255 0 203 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 0 255 255 255 255 255]
[255 255 146 52 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 189 39 255 255 255 255 255]
[255 255 255 0 46 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 82 125 255 255 255 255]
[255 255 255 255 82 0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 252 0 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 120 0 156 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
234 0 127 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 238 0 0 54 73 71 71 71 71 71 76 12
0 164 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 194 197 197 197 197 197 197 197 202
255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255]

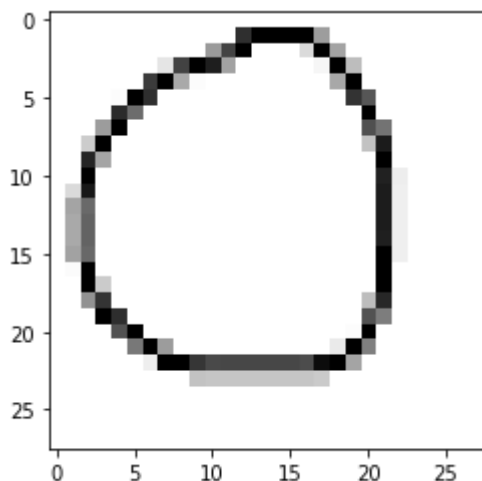
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fcd9be0>



***correct_label: 0

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ec823a0>

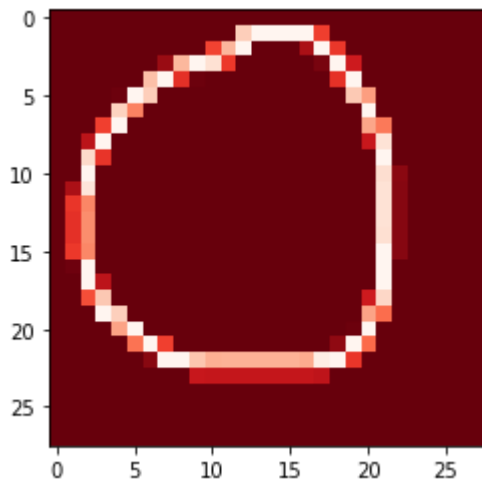



```

(28, 28)
[[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 47  0  0  0  0 157
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 154  67  0 255 255 255 218  0
  163 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 229  66  0  30 162 255 255 255 255 255 246
  0 189 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 59  0 169 252 255 255 255 255 255 255 255 255
  168  0 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 252  0  47 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255  51  86 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255  43 108 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255  0 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 156  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255  80 115 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 204  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 194  27 255 255 255 255 255 255]
 [255 255  37 165 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  0 255 255 255 255 255 255]
 [255 255  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  33 237 255 255 255 255 255]
 [255 218  23 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  28 239 255 255 255 255 255]
 [255 164 105 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  28 239 255 255 255 255 255]
 [255 169  99 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  28 239 255 255 255 255 255]
 [255 169  99 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  31 239 255 255 255 255 255]
 [255 162 104 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  0 239 255 255 255 255 255]
 [255 251  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  0 255 255 255 255 255 255]
 [255 255  0 203 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255  0 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 146  52 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 189  39 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255  0  46 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255  82 125 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255  82  0 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 252  0 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 120  0 156 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  234  0 127 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 238  0  0  54  73  71  71  71  71  71  76  12
  0 164 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 194 197 197 197 197 197 197 197 202
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
 [255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
  255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]

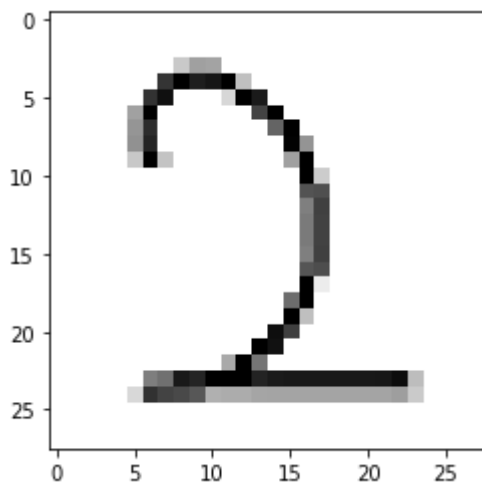
```

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fc14ee0>
```



***correct_label: 2

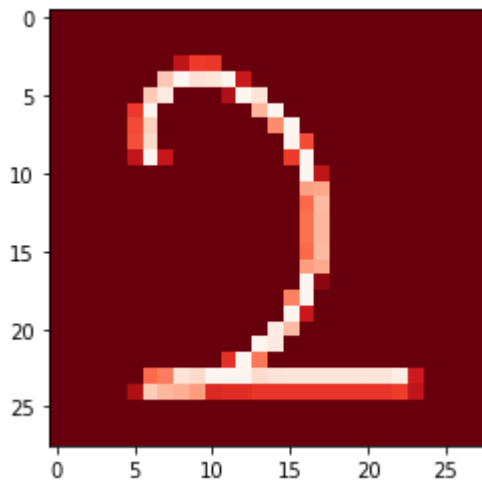
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fbe8df0>



(28, 28)

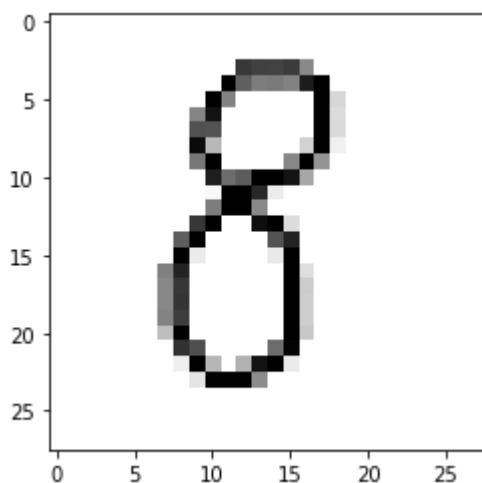
```
[
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 201 160 163 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 52 0 30 22 0 192 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 50 16 255 255 255 215 0 26 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 161 0 255 255 255 255 255 255 67 0 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 149 44 255 255 255 255 255 255 100 0 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 145 36 255 255 255 255 255 255 255 2 148 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 200 0 195 255 255 255 255 255 255 160 0 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 204
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 83 79
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 127 64
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 122 66
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 122 66
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 127 64
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
```

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2faa6ca0>
```



```
***correct_label: 8
```

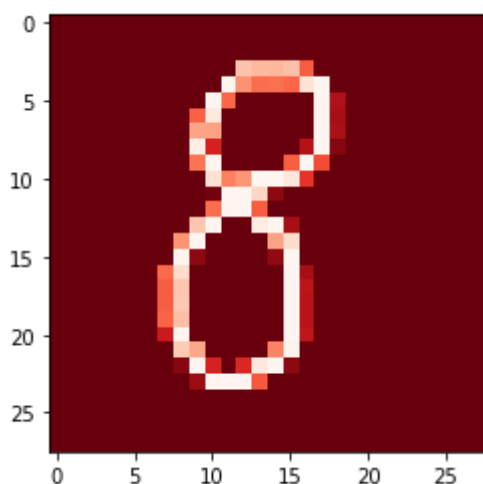
```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ebfe370>
```

 $(28, 28)$

[[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]]

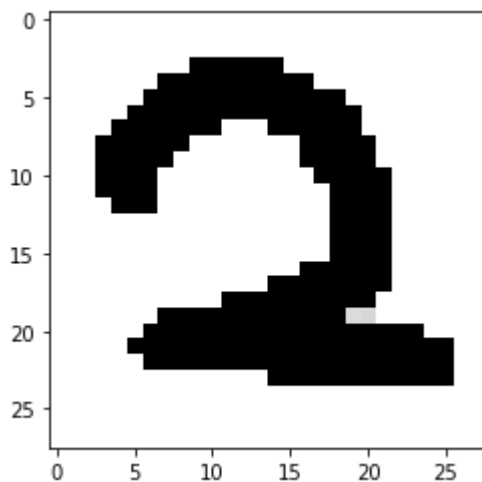
```
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 56 65 66 59 137 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 95 125 122 130 28 0
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 130 255 255 255 255 0
 215 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 133 18 255 255 255 255 255 0
 220 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 81 83 255 255 255 255 255 0
 218 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 10 183 255 255 255 255 255 0
 240 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 119 0 255 255 255 255 135 0 148
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 30 109 92 0 0 20 167 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 249 0 0 40 235 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 125 0 0 137 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 55 0 255 255 14 0 220 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 94 0 255 255 255 255 83 35 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 235 255 255 255 255 233 0 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 128 35 255 255 255 255 255 255 0 222 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 136 54 255 255 255 255 255 255 0 204 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 136 52 255 255 255 255 255 255 0 206 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 131 60 255 255 255 255 255 255 0 206 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 190 0 255 255 255 255 255 255 0 200 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 49 79 255 255 255 255 108 4 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 239 0 182 255 177 19 0 235 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 228 0 0 0 140 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]]
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ec36610>



***correct_label: 2

```
Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ec2e6a0>
```

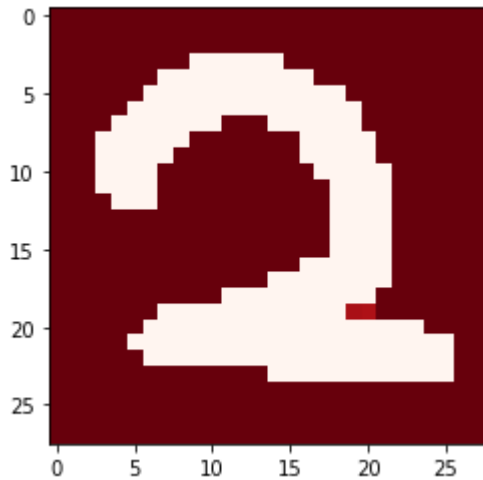


(28, 28)

[illegible]

```
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]
[255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255]]
```

Out[16]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fa6bcd0>



```
In [5]: class neuralNetwork:
    def __init__(self, inputnodes, hiddennodes, hiddennodes2,outputnodes, learningrate):
        self.inodes = inputnodes
        self.h1nodes = hiddennodes
        self.h2nodes = hiddennodes2
        self.onodes = outputnodes

        self.lr = learningrate
        self.wih1 = np.random.normal(0.0,pow(self.h1nodes,-0.5),(self.h1nodes,self.inodes))
        self.wh1h2 = np.random.normal(0.0,pow(self.h2nodes,-0.5),(self.h2nodes,self.h1nodes))
        self.wh2o = np.random.normal(0.0,pow(self.onodes,-0.5),(self.onodes,self.h2nodes))

        self.activation_function = lambda x : scipy.special.expit(x)
        pass

    def train(self, inputs_lists, targets_lists):
        inputs = np.array(inputs_lists, ndmin=2).T
        targets = np.array(targets_lists, ndmin=2).T

        hidden1_inputs = np.dot(self.wih1,inputs)
        hidden1_outputs = self.activation_function(hidden1_inputs)

        hidden2_inputs = np.dot(self.wh1h2,hidden1_outputs)
        hidden2_outputs = self.activation_function(hidden2_inputs)

        final_inputs = np.dot(self.wh2o, hidden2_outputs)
        final_outputs = self.activation_function(final_inputs)

        output_errors = targets - final_outputs
        hidden2_errors = np.dot(self.wh2o.T, output_errors)
        hidden1_errors = np.dot(self.wh1h2.T, hidden2_errors)

        self.wh2o += self.lr * np.dot((output_errors * final_outputs * (1.0 - final_outputs)),
                                       hidden2_outputs.T)

        self.wh1h2 += self.lr * np.dot((hidden2_errors * hidden2_outputs * (1.0 - hidden2_outputs)),
                                       hidden1_outputs.T)

        self.wih1 += self.lr * np.dot((hidden1_errors * hidden1_outputs * (1.0 - hidden1_outputs)),
                                       inputs.T)
        pass

    def query(self, inputs_lists):
        inputs = np.array(inputs_lists, ndmin=2).T
```

```

hidden1_inputs = np.dot(self.wih1, inputs)
hidden1_outputs = self.activation_function(hidden1_inputs)

hidden2_inputs = np.dot(self.wh1h2, hidden1_outputs)
hidden2_outputs = self.activation_function(hidden2_inputs)

final_inputs = np.dot(self.wh2o, hidden2_outputs)
final_outputs = self.activation_function(final_inputs)

return final_outputs

```

```

In [8]: input_nodes = 784
hidden1_nodes = 100
hidden2_nodes = 80
output_nodes = 10
learning_rate = 0.1

n = neuralNetwork(input_nodes, hidden1_nodes, hidden2_nodes, output_nodes, learning_rate)

training_data_file = open("mnist_dataset/mnist_train.csv", 'r')
training_data_list = training_data_file.readlines()
training_data_file.close()

epochs = 5

for i in range(epochs):
    print(f"epoch {i}", end=" ")
    for record in training_data_list:
        all_values = record.split(',')
        inputs = np.asfarray(all_values[1:]) / 255.0 * 0.99 + 0.01
        inputs_plus10_img = ndimage.interpolation.rotate(inputs.reshape(28, 28), 10,
        inputs_plus10 = inputs_plus10_img.reshape(784)
        inputs_minus10_img = ndimage.interpolation.rotate(inputs.reshape(28, 28), -10
        inputs_minus10 = inputs_minus10_img.reshape(784)

        targets = np.zeros(output_nodes) + 0.1
        targets[int(all_values[0])] = 0.99

        n.train(inputs, targets)
        n.train(inputs_plus10, targets)
        n.train(inputs_minus10, targets)
    pass
    print("done")
pass

```

```

epoch 0 done
epoch 1 done
epoch 2 done
epoch 3 done
epoch 4 done

```

```

In [22]: scorecard = []

for image_file_name in glob.glob('./my_own_image/*.png'):

    correct_label = int(image_file_name[-5:-4])

    print(f"***correct_label:", correct_label)

    image_array = imageio.imread(image_file_name)

    plt.imshow(image_array, cmap='Reds', interpolation='None')
    plt.show()

```

```

image_array = image_array[:, :, 0]
image_data = 255.0 - image_array.reshape(784)
image_data = (image_data/255.0*0.99)+0.01

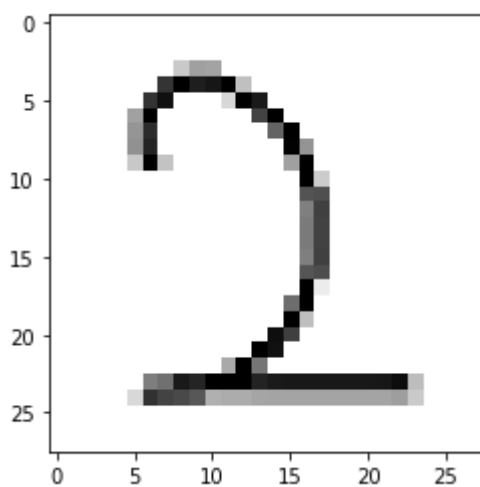
inputs = image_data
outpus = n.query(inputs)
label = np.argmax(outpus)

print("***answer_label: ", label)
print("***next***")
if(label == correct_label):
    scorecard.append(1)
else:
    scorecard.append(0)
    pass
pass

```

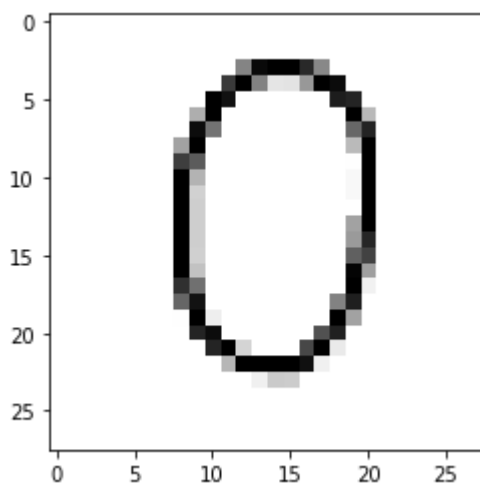
***correct_label: 2

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3ebc68b0>



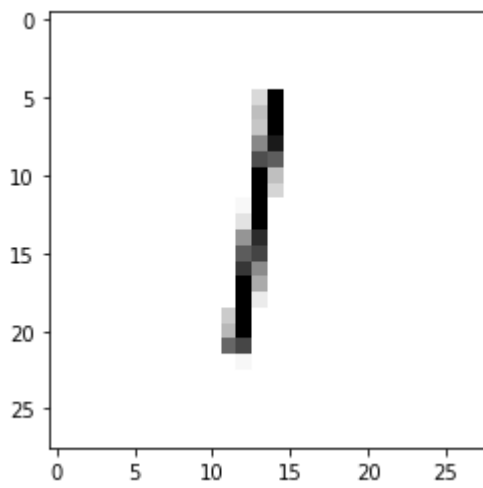
***answer_label: 2
 next
 ***correct_label: 0

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fa359d0>



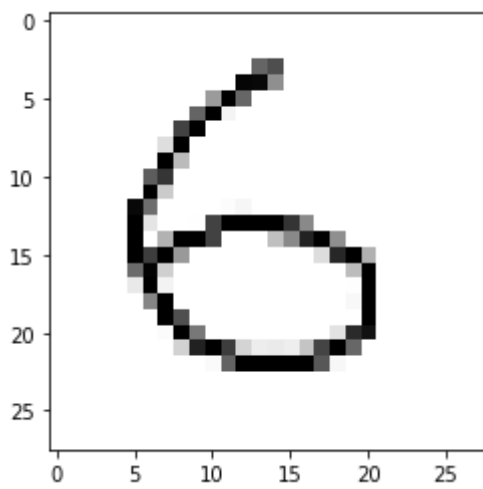
***answer_label: 0
 next
 ***correct_label: 1

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3edac460>



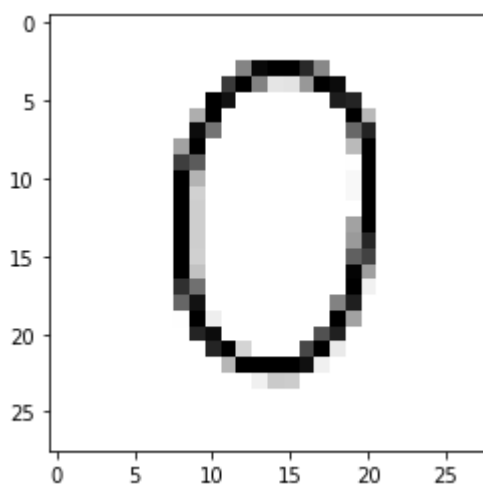
```
***answer_label: 1
***next***
***correct_label: 6
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc3edffb50>



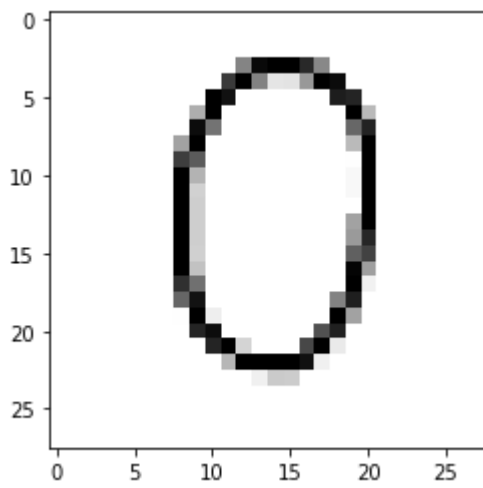
```
***answer_label: 6
***next***
***correct_label: 0
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2f996100>



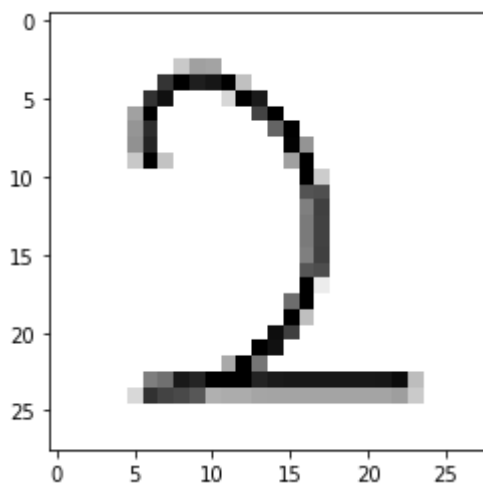
```
***answer_label: 0
***next***
***correct_label: 0
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fb7a6a0>



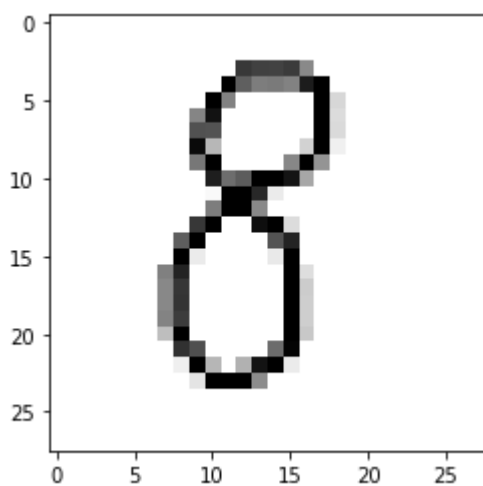
```
***answer_label: 0
***next***
***correct_label: 2
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2facd5e0>



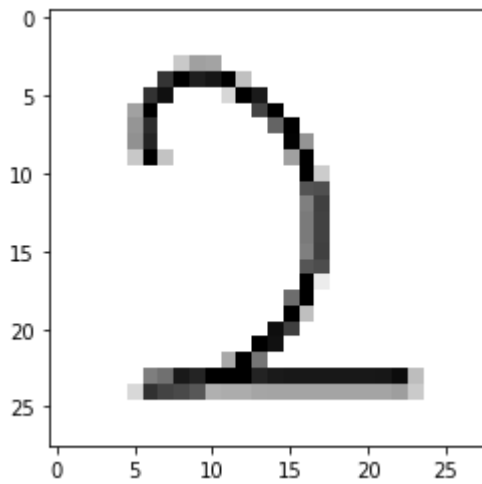
```
***answer_label: 2
***next***
***correct_label: 8
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2fd1cd60>



```
***answer_label: 5
***next***
***correct_label: 2
```

Out[22]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1dc2f9b42b0>



```
***answer_label: 2  
***next***
```

```
In [24]: scorecard_array = np.asarray(scorecard)  
         print("performance = ", scorecard_array.sum() / scorecard_array.size)
```

```
performance = 0.8888888888888888
```

초기에는 performance가 0.4444444가 나와서 당황을 했었다. 하지만 이밋 파일의 숫자들을 다시 작성해서 입력한 결과에 따라 performance는 크게 달라졌다. 중복 숫자가 많아 하나의 숫자를 잘못 분류하면 performance에 큰 영향을 끼쳤다. 이렇게 오답이 나오는 이유는 충분한 학습이 부족해서 그런것 같다.

201600282 엄기산

```
In [ ]:
```