

- 1) Quali sono i parametri di una distribuzione multinormale?
- 2) Descrivere a grandi linee un classificatore Random Forest
- 3) Indicare le differenze tra le tecniche di riduzione di dimensionalità PCA e LDA.
- 4) Descrivere a grandi linee l'algoritmo di Clustering K-means.

5) In una rete CNN, data un'immagine di Input di dimensione  $7 \times 7 \times 3$  (nel formato *Width*  $\times$  *Height*  $\times$  *Depth*) e un livello di convoluzione composto da 1 filtro di dimensioni  $3 \times 3 \times 3$  con *padding* = 0 e *stride* = 2, si calcoli il valore dell'elemento del volume di output indicato con il ?.

**Input**

Depth 0	Depth 1	Depth 2																																																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>197</td><td>103</td><td>42</td><td>252</td><td>27</td><td>78</td><td>205</td></tr> <tr><td>114</td><td>57</td><td>2</td><td>195</td><td>7</td><td>1</td><td>130</td></tr> <tr><td>97</td><td>71</td><td>179</td><td>60</td><td>187</td><td>22</td><td>21</td></tr> <tr><td>86</td><td>84</td><td>187</td><td>229</td><td>208</td><td>167</td><td>237</td></tr> <tr><td>25</td><td>177</td><td>236</td><td>250</td><td>25</td><td>9</td><td>87</td></tr> <tr><td>217</td><td>175</td><td>190</td><td>175</td><td>23</td><td>10</td><td>69</td></tr> <tr><td>67</td><td>127</td><td>246</td><td>142</td><td>4</td><td>125</td><td>87</td></tr> </table>	197	103	42	252	27	78	205	114	57	2	195	7	1	130	97	71	179	60	187	22	21	86	84	187	229	208	167	237	25	177	236	250	25	9	87	217	175	190	175	23	10	69	67	127	246	142	4	125	87	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>124</td><td>164</td><td>158</td><td>18</td><td>229</td><td>152</td><td>110</td></tr> <tr><td>19</td><td>111</td><td>22</td><td>75</td><td>167</td><td>224</td><td>88</td></tr> <tr><td>136</td><td>21</td><td>201</td><td>237</td><td>248</td><td>43</td><td>136</td></tr> <tr><td>151</td><td>245</td><td>140</td><td>163</td><td>12</td><td>207</td><td>19</td></tr> <tr><td>212</td><td>197</td><td>87</td><td>203</td><td>42</td><td>149</td><td>157</td></tr> <tr><td>12</td><td>78</td><td>232</td><td>52</td><td>113</td><td>232</td><td>198</td></tr> <tr><td>64</td><td>167</td><td>99</td><td>112</td><td>42</td><td>236</td><td>186</td></tr> </table>	124	164	158	18	229	152	110	19	111	22	75	167	224	88	136	21	201	237	248	43	136	151	245	140	163	12	207	19	212	197	87	203	42	149	157	12	78	232	52	113	232	198	64	167	99	112	42	236	186	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>105</td><td>45</td><td>160</td><td>12</td><td>81</td><td>207</td><td>228</td></tr> <tr><td>174</td><td>18</td><td>111</td><td>216</td><td>200</td><td>91</td><td>62</td></tr> <tr><td>170</td><td>191</td><td>128</td><td>124</td><td>74</td><td>187</td><td>123</td></tr> <tr><td>199</td><td>224</td><td>184</td><td>134</td><td>66</td><td>193</td><td>87</td></tr> <tr><td>77</td><td>41</td><td>50</td><td>226</td><td>226</td><td>88</td><td>106</td></tr> <tr><td>151</td><td>182</td><td>191</td><td>216</td><td>198</td><td>184</td><td>93</td></tr> <tr><td>60</td><td>120</td><td>91</td><td>168</td><td>141</td><td>136</td><td>150</td></tr> </table>	105	45	160	12	81	207	228	174	18	111	216	200	91	62	170	191	128	124	74	187	123	199	224	184	134	66	193	87	77	41	50	226	226	88	106	151	182	191	216	198	184	93	60	120	91	168	141	136	150
197	103	42	252	27	78	205																																																																																																																																															
114	57	2	195	7	1	130																																																																																																																																															
97	71	179	60	187	22	21																																																																																																																																															
86	84	187	229	208	167	237																																																																																																																																															
25	177	236	250	25	9	87																																																																																																																																															
217	175	190	175	23	10	69																																																																																																																																															
67	127	246	142	4	125	87																																																																																																																																															
124	164	158	18	229	152	110																																																																																																																																															
19	111	22	75	167	224	88																																																																																																																																															
136	21	201	237	248	43	136																																																																																																																																															
151	245	140	163	12	207	19																																																																																																																																															
212	197	87	203	42	149	157																																																																																																																																															
12	78	232	52	113	232	198																																																																																																																																															
64	167	99	112	42	236	186																																																																																																																																															
105	45	160	12	81	207	228																																																																																																																																															
174	18	111	216	200	91	62																																																																																																																																															
170	191	128	124	74	187	123																																																																																																																																															
199	224	184	134	66	193	87																																																																																																																																															
77	41	50	226	226	88	106																																																																																																																																															
151	182	191	216	198	184	93																																																																																																																																															
60	120	91	168	141	136	150																																																																																																																																															

  

**Filtro**

Depth 0	Depth 1	Depth 2																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0.89</td><td>0.87</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0.3</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0.38</td></tr> </table>	0.89	0.87	0	0	0.3	0.52	0	0	0.38	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0.24</td><td>0.9</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.07</td><td>0</td><td>0.64</td></tr> <tr><td>0.01</td><td>0</td><td>0.41</td></tr> </table>	0.24	0.9	0	0.07	0	0.64	0.01	0	0.41	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>0.71</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0.1</td><td>0.3</td></tr> </table>	0	0.71	0	0.4	0	0	0	0.1	0.3
0.89	0.87	0																											
0	0.3	0.52																											
0	0	0.38																											
0.24	0.9	0																											
0.07	0	0.64																											
0.01	0	0.41																											
0	0.71	0																											
0.4	0	0																											
0	0.1	0.3																											

  

**Output**

-	-	-
-	-	-
-	?	-

6) Data una rete neurale MLP a 3 livelli con bias composta da:

- 16 neuroni per l'input layer
- 10 neuroni per l'hidden layer
- 5 neuroni di output

Quante somme e moltiplicazioni sono necessarie per il passo forward di un generico pattern trascurando le operazioni effettuate dalla funzione di attivazione? Motivare la risposta riportando anche il numero di operazioni per livello.

7) Supponendo di utilizzare *K-fold Cross-Validation* con  $K = 5$  per suddividere 20000 pattern in *training* e *validation set*, quanti diversi addestramenti (*run*) vengono effettuati? Ad ogni *run* quanti pattern vengono utilizzati per il training e quanti per la validazione?