



14.3 图像卷积



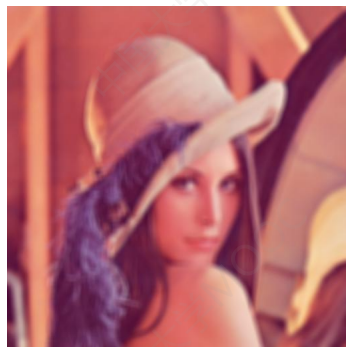
14.3.1 图像卷积运算

14.3.1 图像卷积运算

原图



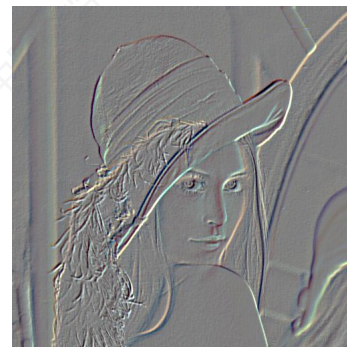
模糊



边缘提取



浮雕



14.3.1 图像卷积运算

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

卷积核/卷积模板:

0	0	0
0	1	0
0	0	0



14.3.1 图像卷积运算

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

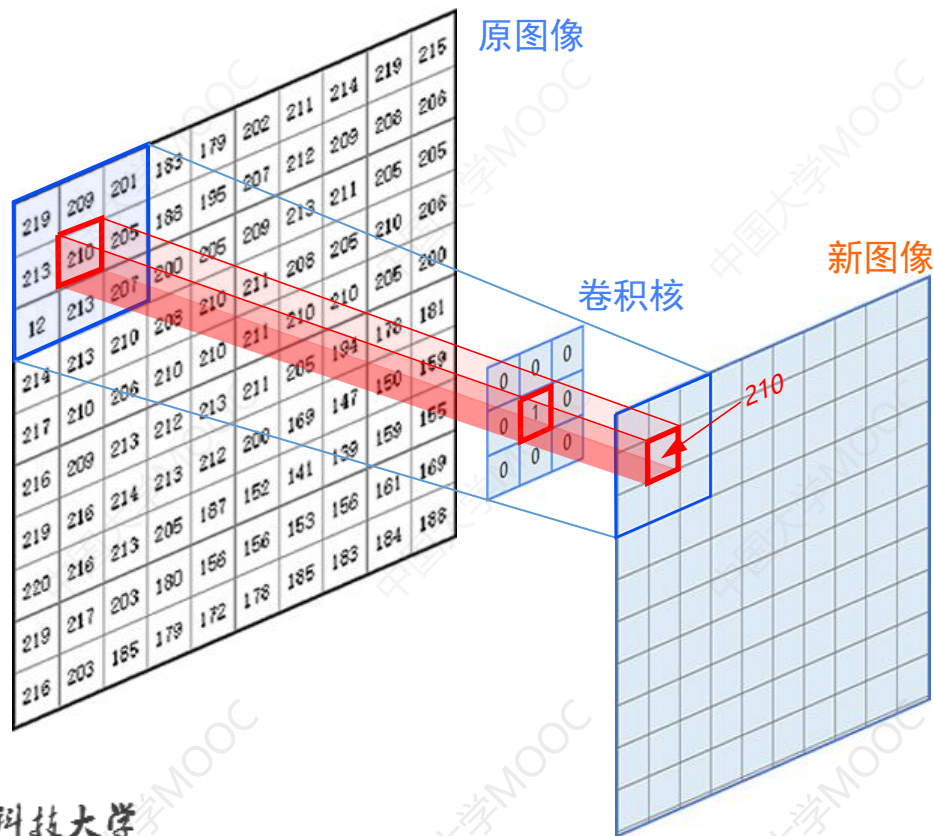
卷积核/卷积模板：

1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/25	1/25	1/25	1/25	1/25

$$(209+201+183+179+202+210+205+188+195+207+213+207+200+205+209+213+210+208+210+211+210+206+210+210+211)/25$$



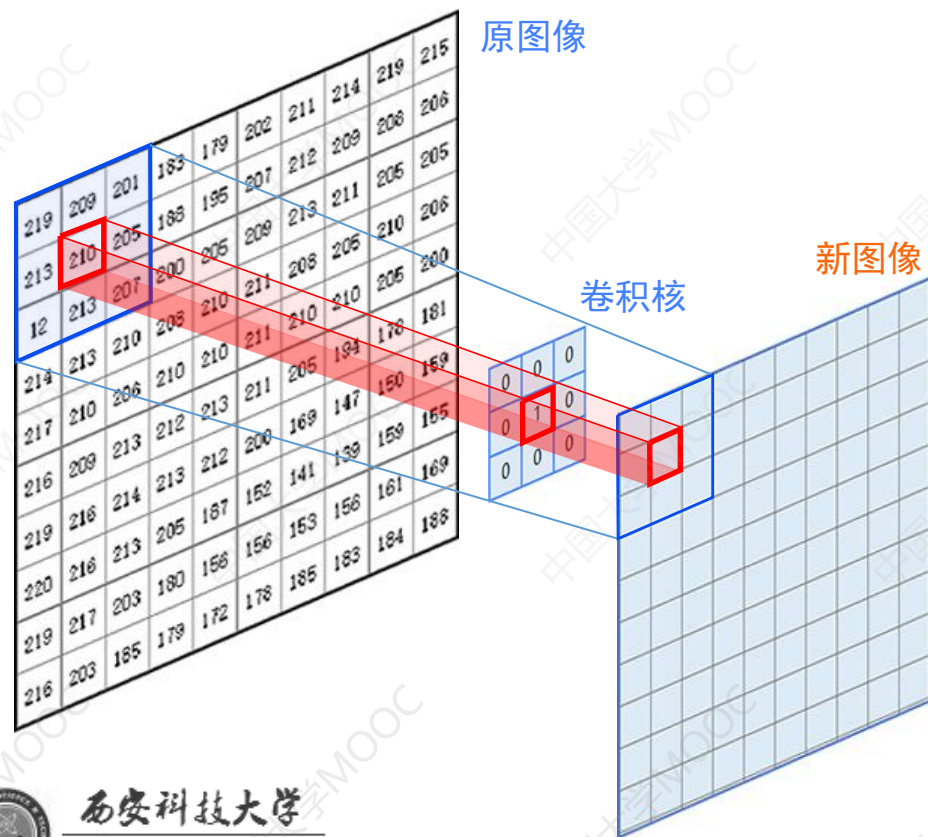
14.3.1 图像卷积运算



$$\begin{array}{r} 0 \times 219 \\ 0 \times 209 \\ 0 \times 201 \\ 0 \times 213 \\ 1 \times 210 \\ 0 \times 12 \\ 0 \times 213 \\ + 0 \times 207 \\ \hline 210 \end{array}$$



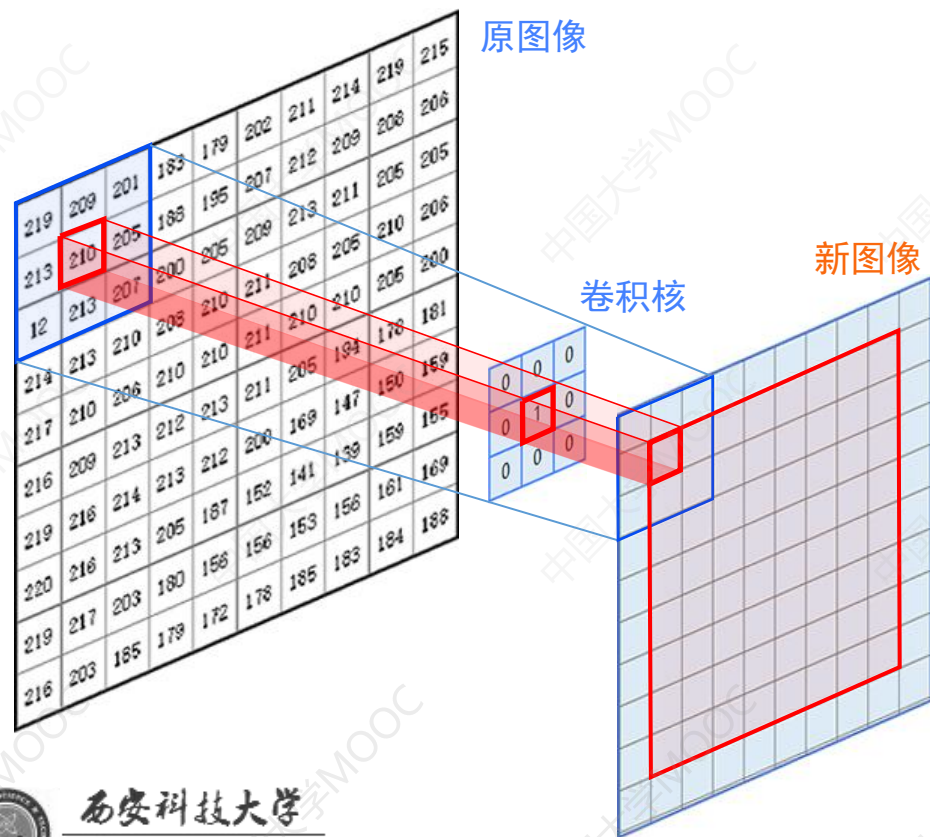
14.3.1 图像卷积运算



0	0	0	183	179	202	211	214	219	215	211	207
0	0	0	188	195	207	212	209	208	206	210	210
0	0	0	200	205	209	213	211	205	205	209	209
0	0	0	208	210	211	208	205	210	206	209	211
0	1	0	210	210	211	210	210	205	200	202	210
0	0	0	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215



14.3.1 图像卷积运算



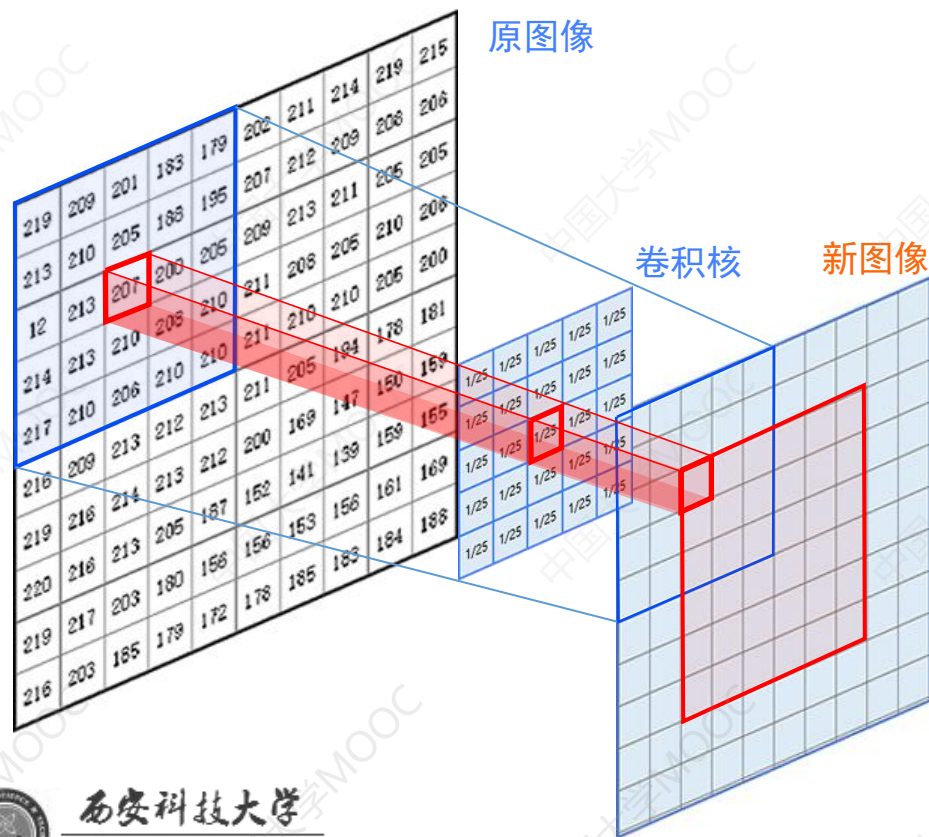
3×3卷积核

						0	0	0			
219	209	201	183	179	202	0	1	0	215	211	207
213	210	205	188	195	207	0	0	0	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

12×12 → 10×10



14.3.1 图像卷积运算



5×5卷积核

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

$$12 \times 12 \rightarrow 8 \times 8$$



14.3.1 图像卷积运算

■ 3×3卷积核

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	219	209	201	183	179	202	0	1	0	215	211	207	0
0	213	210	205	188	195	207	0	0	0	206	210	210	0
0	12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209	0
0	214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211	0
0	217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210	0
0	216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198	0
0	219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186	0
0	220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173	0
0	219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175	0
0	216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176	0
0	203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194	0
0	199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

219	219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207	207
219	219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207	207
213	213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210	210
12	12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209	209
214	214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211	211
217	217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210	210
216	216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198	198
219	219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186	186
220	220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173	173
219	219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175	175
216	216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176	176
203	203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194	194
199	199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215	215
199	199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215	215



西安科技大学

计算机科学与技术学院

14.3.1 图像卷积运算

5×5卷积核

0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0
0	0	219	209	201	183	179	202						207	0	0
0	0	213	210	205	188	195	207						210	0	0
0	0	12	213	207	200	205	209						209	0	0
0	0	214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211	0	0
0	0	217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210	0	0
0	0	216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198	0	0
0	0	219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186	0	0
0	0	220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173	0	0
0	0	219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175	0	0
0	0	216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176	0	0
0	0	203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194	0	0
0	0	199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



14.3.1 图像卷积运算

步长(stride): 卷积核一次移动的像素数

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	180	175	201	212	209	205	200	205	209
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

步长

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	180	175	201	212	209	205	200	205	209
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215



14.3.1 图像卷积运算

- 步长等于卷积核的边长 n ，相当于对图像进行缩小了 n 倍

219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215



219	209	201	183	179	202	211	214	219	215	211	207
213	210	205	188	195	207	212	209	208	206	210	210
12	213	207	200	205	209	213	211	205	205	209	209
214	213	210	208	210	211	208	205	210	206	209	211
217	210	206	210	210	211	210	210	205	200	202	210
216	209	213	212	213	211	205	194	178	181	184	198
219	216	214	213	212	200	169	147	150	159	172	186
220	216	213	205	187	152	141	139	159	155	160	173
219	217	203	180	156	156	153	156	161	169	166	175
216	203	185	179	172	178	185	183	184	188	183	176
203	192	199	195	200	207	212	210	211	208	206	194
199	200	207	214	217	223	223	222	223	222	223	215

