

INDICE

1	Introduzione	17
1.1	Storia delle bioimmagini	17
1.2	Molteplicità di metodi di immagine in Medicina	22
1.3	Peculiarità delle bioimmagini	25
2	Caratterizzazione dei sistemi di immagine	29
2.1	Generalità	29
2.2	Immagini e dominio della frequenza spaziale	32
2.3	Parametri fisici descrittivi di un'immagine	36
2.4	Immagini fotoniche	42
2.5	Discretizzazione dell'immagine	46
2.5.1	Campionamento	47
2.5.2	Quantizzazione	47
2.6	Altri fattori di distorsione	48
2.7	Qualità di una immagine	48
2.7.1	Teoria del rilevamento del segnale e matrice stimolo-risposta	51
2.7.2	Curve ROC (Receiver Operating Characteristic)	53
2.7.3	Confronto di curve ROC	56
2.7.4	Risposta libera e curve FROC	57
3	Trattamento delle immagini numeriche	61
3.1	Generalità	61
3.2	Fruizione dell'immagine ed enhancement	64
3.3	Operazioni sulle immagini	65
3.3.1	Operazioni puntuali	65

3.3.2	Operazioni locali	67
3.3.3	Operazioni geometriche	72
3.3.4	Operazioni algebriche e logiche	74
3.4	Esaltazione del contrasto	75
3.4.1	Amplificazione della dinamica del contrasto	76
3.4.2	Finestra dei grigi	77
3.5	Nota conclusiva	79
4	Formazione di immagini mediche	81
4.1	Emissione spontanea	82
4.2	Interazione con energia inviata sul corpo	82
4.2.1	Interazioni onde elettromagnetiche-materia	86
4.3	Interazione mirata	87
4.4	Immagini funzionali	91
4.5	Applicazioni di interesse medico	94
5	Radiazioni ionizzanti	99
5.1	Le sorgenti di radiazioni ionizzanti	100
5.1.1	Radioisotopi	100
5.1.2	Macchine radiogene	103
5.2	Dose	103
5.3	Valutazione della dose nell'attività di radiodiagnostica	106
5.4	Effetti delle radiazioni ionizzanti	108
5.5	Elementi di Radioprotezione	109
6	Immagini a raggi X	113
6.1	Generalità	113
6.1.1	Sorgente	115
6.1.2	Bersaglio: interazione dei raggi X con la materia	119
6.1.3	Mezzi di contrasto	124
6.2	Recettori	126
6.3	Le immagini statiche e la pellicola radiografica	128
6.4	Immagini dinamiche	131
6.5	Tecniche di Radiografia digitale	134
6.5.1	Videoradiografia e DSA	135
6.5.2	Computed Radiography e Digital Radiography	137
6.6	La Tomografia Computerizzata	141

6.6.1	Geometrie di scansione	143
6.6.2	Spiral CT ed evoluzioni	145
7	Immagini radioisotopiche	153
7.1	Generalità	153
7.2	Rivelatori di radiazioni	154
7.3	Radiofarmaci	156
7.4	Sistemi di immagine planare	159
7.4.1	Gamma-camera: componenti	159
7.4.2	Gamma-camera: funzionamento	164
7.5	Tomografia ad emissione di fotoni, ECT	168
7.5.1	SPECT	168
7.5.2	Tomografia ad emissione di positroni (PET)	171
8	Immagini ad ultrasuoni	177
8.1	Generalità	177
8.2	Generazione degli ultrasuoni	179
8.2.1	Geometria del fascio	180
8.3	Propagazione degli ultrasuoni	181
8.4	Tecnica ad eco-impulsi (Ecografia)	183
8.5	Tecniche di scansione e modi di visualizzazione	185
8.5.1	Modi di visualizzazione	187
8.5.2	Ecotomografia	188
8.6	La flussimetria Doppler	191
8.7	Conclusioni	195
9	Immagini di risonanza magnetica	197
9.1	Principi fisici	197
9.1.1	Spin e momento magnetico	198
9.1.2	Il segnale MR	202
9.2	Sequenze di eccitazione	207
9.3	Risonanza magnetica funzionale	212
9.4	Risonanza magnetica di diffusione	214
9.5	Agenti di contrasto in Risonanza Magnetica	217
9.6	Misure di flusso e tecniche angiografiche	219
9.7	Componenti hardware in Risonanza Magnetica	222
9.8	Imaging integrato PET-MR	223

10 Metodi ricostruttivi	225
10.1 Alcuni limiti della radiografia convenzionale	226
10.2 L'approccio computazionale	229
10.3 Generazione di proiezioni con altre tecniche di immagine	231
10.4 Aspetti matematici	232
10.4.1 Generalità	233
10.4.2 La trasformata di Radon	233
10.4.3 Teorema della Sezione Centrale	236
10.5 L'algoritmo di retroproiezione filtrata	239
10.6 Problemi fisici nella ricostruzione	241
10.7 Altre geometrie di scansione	245
10.8 Metodi iterativi di ricostruzione	246
10.9 Ricostruzione di immagini in tomografia MR	246
10.9.1 Generazione di proiezioni mediante MR	247
10.9.2 Metodo di Fourier	248
11 Altre tecniche di immagine	255
11.1 Magnetoencefalografia	255
11.2 Tomografia ad impedenza elettrica	259
11.3 Metodi ottici	262
12 Visione artificiale di immagini mediche	267
12.1 Premessa	267
12.2 Cenni sulla visione biologica	269
12.2.1 Il neurone	269
12.2.2 Il sistema visivo umano	271
12.3 La visione artificiale	280
12.3.1 Evoluzione storica della Computer Vision	281
12.3.2 Visione artificiale e immagini mediche	286
12.4 Sistemi di ausilio alla diagnostica per immagini	290
12.4.1 Modularità	290
12.4.2 Scala di osservazione	291
12.4.3 Alcuni tipi di rappresentazione	293
13 Trasmissione e rappresentazione delle bioimmagini	297
13.1 Sistemi PACS e standard DICOM	298
13.2 Rappresentazioni 2D	303

13.3 Rappresentazioni 3D	305
13.4 Endoscopia virtuale	307
13.5 Immagini e telemedicina	308