

目 次

序 章

1. 離散的な時間の信号とシステム

1.0	はじめに	7
1.1	離散的な時間の信号——数列	9
1.2	線形シフト不変システム	12
1.3	安定性と因果性	16
1.4	線形定係数差分方程式	17
1.5	離散的な時間のシステムと信号との周波数領域での表現	20
1.6	フーリエ変換の対称的な性質	26
1.7	連続的な時間の信号の標本化	28
1.8	二次元の数列とシステム	32
	ま と め	36
	文 献	37
	問 題	37

2. z 変 換

2.0	はじめに	48
2.1	z 変 換	48
2.2	逆 z 変 換	55
2.3	z 変換の定理と性質	60
2.3.1	有理関数である z 変換の収束領域	61
2.3.2	線 形 性	62
2.3.3	数列のシフト	63
2.3.4	指数数列の乗算	63
2.3.5	$X(z)$ の微分	63
2.3.6	複素数列の共役	64
2.3.7	初期値定理	64
2.3.8	数列のたたみこみ	64

2.3.9 複素たたみこみの定理	66
2.3.10 パーセヴァルの関係	69
2.3.11 z 変換の定理と性質のまとめ	69
2.4 システム関数	70
2.5 二次元の z 変換	76
まとめ	80
文献	80
問題	80

3. 離散的フーリエ変換

3.0 はじめに	89
3.1 周期的な数列の表現——離散的フーリエ級数 (DFS)	89
3.2 離散的フーリエ級数の性質	93
3.2.1 線形性	94
3.2.2 数列のシフト	94
3.2.3 対称的な性質	94
3.2.4 周期的たたみこみ	95
3.3 周期数列の DFS 表現に関する諸性質のまとめ	97
3.4 z 変換の標準化	97
3.5 有限区間の数列のフーリエ表現——離散的フーリエ変換	100
3.6 離散的フーリエ変換の性質	103
3.6.1 線形性	103
3.6.2 数列の円状シフト	103
3.6.3 対称的な性質	105
3.6.4 円状たたみこみ	107
3.7 離散的フーリエ変換の性質のまとめ	111
3.8 離散的フーリエ変換を用いる直線状たたみこみ	111
3.9 二次元の離散的フーリエ変換	117
まとめ	122
文献	123
問題	123

4. デジタル・フィルタのフロー・グラフとマトリックス表現

4.0 はじめに	137
4.1 デジタル回路網の信号フロー・グラフによる表現	138
4.2 デジタル回路網のマトリックス表現	143
4.3 IIR システムの基礎的な回路網構造	149
4.3.1 直接形	150

4.3.2 縦続形	152
4.3.3 並列形	153
4.4 転置形	155
4.5 FIR システムの基礎的な回路網構造	156
4.5.1 直接形	157
4.5.2 縦続形	157
4.5.3 直線位相 FIR システムの回路網	158
4.5.4 周波数標準化構造	160
4.5.5 多項式を用いる内挿公式に基礎をおく構造	164
4.6 パラメータ量子化効果	166
4.6.1 IIR システムでのパラメータ量子化の効果	167
4.6.2 FIR システムでのパラメータ量子化の効果	171
4.7 デジタル・フィルタの Tellegen の定理とその応用	173
4.7.1 相反および相互相反回路網	176
4.7.2 転置定理の証明	177
4.7.3 回路網感度に関する公式	178
まとめ	182
文献	182
問題	183

5. デジタル・フィルタ設計法

5.0 はじめに	195
5.1 アナログ・フィルタから IIR デジタル・フィルタを設計する	197
5.1.1 インパルス不変法	198
5.1.2 微分方程式の数値解法に基づく設計法	204
5.1.3 双線形変換	207
5.2 設計例: アナログからデジタルへの変換	211
5.2.1 デジタル・バターワース・フィルタ	211
5.2.2 デジタル・チェビシェフ・フィルタ	218
5.2.3 だ円形フィルタ	222
5.2.4 低域 IIR フィルタの周波数変換	225
5.3 IIR デジタル・フィルタの計算機設計 (computer-aided design)	229
5.3.1 平均自乗誤差の最小化	230
5.3.2 p -誤差量 (p -error criterion) の最小化	232
5.3.3 最小自乗逆設計法	234
5.4 FIR デジタル・フィルタの諸性質	235
5.5 FIR フィルタの窓を用いる設計	237
5.6 FIR フィルタの計算機設計	249
5.6.1 周波数標準化設計	249

5.6.1	FIR フィルタの等リップル近似	254
5.7	IIR と FIR デジタル・フィルタの比較	266
	ま と め	268
	文 献	269
	問 題	271

6. 離散的フーリエ変換の計算

6.0	はじめに	283
6.1	Goertzel のアルゴリズム	286
6.2	時間間引き形 FFT アルゴリズム	289
6.2.1	定位置計算 (in-place computations)	293
6.2.2	ほかの方法	298
6.3	周波数間引き形 FFT アルゴリズム	301
6.3.1	定位置計算	304
6.3.2	ほかの方法	307
6.4	N が合成数であるときの FFT アルゴリズム	308
6.5	FFT アルゴリズムの計算に関する一般的考察	315
6.5.1	指 標	315
6.5.2	係 数	318
6.5.3	多次元の高速フーリエ変換	319
6.6	チャープ z 変換のアルゴリズム	320
	ま と め	326
	文 献	327
	問 題	327

索 引

下 巻 主 要 目 次

7. 離散的ヒルベルト変換
8. 離散的な確率的信号
9. デジタル信号処理における有限レジスタ長の影響
10. 信号の準同形処理
11. 電力スペクトルの推定