

APLを用いたQRコード作成プログラム

エーピーエル・コンサルタンツ 三枝由儀
(yoshinori.saigusa@nifty.com)

1. 概要

APLでQRコードを作成する関数QRCODEを作成した。
JISで規定されている数値テーブルやルールを簡潔に表現することができた。

2. QRコードとは

QRコードとは1994年にデンソーウェーブ(当時はデンソーの一部門)が開発した2次元バーコードである。
仕様が公開され、ライセンスなしで利用することができるためJISに採用されている。
1次元バーコードに比べてコンパクトで情報量が多く汚れにも強いいため、製造管理、在庫管理、携帯電話での文字情報読み取り手段などとして広く普及している。



3. QRコードの仕様

JIS(規格番号:JISX0510)で規定されており、日本工業標準調査会のサイトで閲覧できる。
<http://www.jisc.go.jp/>

4. 本プログラムの制限

今回作成したプログラムで作成するQRコードはモデル2のバージョン1から40までであり、文字コードは「数字」「英数」「8ビット」の3つのコードのみに対応する。
また、誤り訂正レベルはL、M、Q、Hのすべてのレベルに対応する。
なお動作確認には携帯電話のQRコードリーダーを用いたため、バージョン15以降の動作確認は行っていない。

5. QRコード作成プログラムの内容

1. コード化したい文字列と誤り訂正レベルを指定する。
2. 与えられた文字列から文字コードを判定する。
3. 与えられた誤り訂正レベルと文字数、文字コードからバージョンを決定する。(表1)
4. モード、文字数情報、およびデータをコード化する。
5. バージョンおよびモードに応じてデータを複数のブロックに分割する

6. 各ブロックごとに誤り訂正コードを付与する。
7. データを2次元配置する。
8. 8種類のマスクパターンに従ってマスク処理を行う。
9. 各マスクパターンの評価を行い、採用するマスクパターンを決定する。
10. 型式情報（誤り訂正レベルとマスクパターン）を2進化し、誤り訂正コードを作成し、配置する。

6. 誤り訂正コードの作成

QRコードではリード・ソロモン誤り訂正方式により冗長コードを付加し、コードの一部が汚れなどによって読めなくなっても誤りを訂正して読み取ることが出来るようになっている。この技術はCDやHDD等の記録装置やADSL等の通信装置でも利用されている。冗長コードを作成するには次のガロア体を用いる。

```

1 2 4 8 16 32 64 128 29 58 116 232 205 135 19 38 76 152 45 90 180 117 234 201 143 3 6 12
24 48 96 192 157 39 78 156 37 74 148 53 106 212 181 119 238 193 159 35 70 140 5 10 20 40
80 160 93 186 105 210 185 111 222 161 95 190 97 194 153 47 94 188 101 202 137 15 30 60 120
240 253 231 211 187 107 214 177 127 254 225 223 163 91 182 113 226 217 175 67 134 17 34 68
136 13 26 52 104 208 189 103 206 129 31 62 124 248 237 199 147 59 118 236 197 151 51 102
204 133 23 46 92 184 109 218 169 79 158 33 66 132 21 42 84 168 77 154 41 82 164 85 170 73
146 57 114 228 213 183 115 230 209 191 99 198 145 63 126 252 229 215 179 123 246 241 255
227 219 171 75 150 49 98 196 149 55 110 220 165 87 174 65 130 25 50 100 200 141 7 14 28 56
112 224 221 167 83 166 81 162 89 178 121 242 249 239 195 155 43 86 172 69 138 9 18 36 72
144 61 122 244 245 247 243 251 235 203 139 11 22 44 88 176 125 250 233 207 131 27 54 108
216 173 71 142

```

これはAPLでは次のように求めることが出来る。

```

[40] T←(8/2)⊖G+1 ⌘ Garois Field
[41] LG:→(255≠↑pG+G,2⊖T←(0 0 0 1 1 1 0 0^↑T)≠1⊖T)/LG

```

また、冗長コードを作成するには生成多項式が必要で、その長さはバージョンやモードによって変わる。

上記で求めたガロア体Gと逆引きテーブルFを用いて、次のように長さBの生成多項式Eを求める。

```

[55] I←↑pE+,0 ⌘ Generation Polynomial
[56] LQ:→(B≠I←↑pE+F[2⊖≠/[2](8/2)⊖G[1+E,[0.5]^-1⊖T]],^-1↑T+255|I+0,E)/LQ

```

このようにして求めたガロア体と生成多項式から誤り訂正コードを生成する。

7. データの2次元配置

データはQRコードのデータ領域に次のような法則で配置する。

- ・右下からスタートする。

- ・最初は幅2つで上方向に進行する。
- ・左が空いていれば左に、空いてなければ進行方向の右側に進行する。
- ・上に行けなくなったら左に移動して進行方向を下に変更する。

つまり、既定の機能パターンを避けながら以下のような順番でデータを配置していくことになる。

380	379	378	377	296	295	294	293	212	211	210	209	128	127	126	125	44	43	42	41
382	381	376	375	298	297	292	291	214	213	208	207	130	129	124	123	46	45	40	39
384	383	374	373	300	299	290	289	216	215	206	205	132	131	122	121	48	47	38	37
386	385	372	371	302	301	288	287	218	217	204	203	134	133	120	119	50	49	36	35
388	387	370	369	304	303	286	285	220	219	202	201	136	135	118	117	52	51	34	33
390	389	368	367	306	305	284	283	222	221	200	199	138	137	116	115	54	53	32	31
392	391	366	365	308	307	282	281	224	223	198	197	140	139	114	113	56	55	30	29
394	393	364	363	310	309	280	279	226	225	196	195	142	141	112	111	58	57	28	27
396	395	362	361	312	311	278	277	228	227	194	193	144	143	110	109	60	59	26	25
398	397	360	359	314	313	276	275	230	229	192	191	146	145	108	107	62	61	24	23
400	399	358	357	316	315	274	273	232	231	190	189	148	147	106	105	64	63	22	21
402	401	356	355	318	317	272	271	234	233	188	187	150	149	104	103	66	65	20	19
404	403	354	353	320	319	270	269	236	235	186	185	152	151	102	101	68	67	18	17
406	405	352	351	322	321	268	267	238	237	184	183	154	153	100	99	70	69	16	15
408	407	350	349	324	323	266	265	240	239	182	181	156	155	98	97	72	71	14	13
410	409	348	347	326	325	264	263	242	241	180	179	158	157	96	95	74	73	12	11
412	411	346	345	328	327	262	261	244	243	178	177	160	159	94	93	76	75	10	9
414	413	344	343	330	329	260	259	246	245	176	175	162	161	92	91	78	77	8	7
416	415	342	341	332	331	258	257	248	247	174	173	164	163	90	89	80	79	6	5
418	417	340	339	334	333	256	255	250	249	172	171	166	165	88	87	82	81	4	3
420	419	338	337	336	335	254	253	252	251	170	169	168	167	86	85	84	83	2	1

これは次のように表現できる。

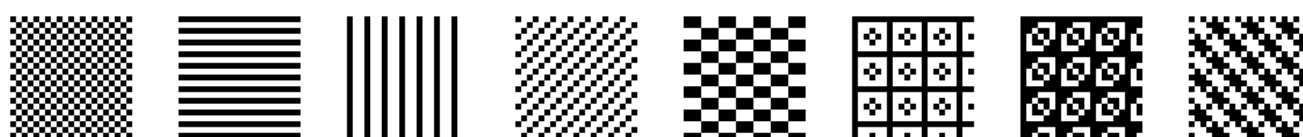
```
[76] A Fill
[77] U+((W[1]*2),W[2])p1 3 2@((W+[U÷2 1],2)p1×/U+pM+M^@M
[78] U[X;]+@U[X+^2+ε(4×1|W[1]÷2)+^c12;]@ U+,M×(v/M)\@φ@U
[79] U[ΔU]+((+/0=U)p0),(+/+/M)↑,@(8/2)TD @ R+(T+8,2/L)pRv(2/L)pU
```

8. マスク処理

データ配置が終わると、配置したデータの中に機能パターンに似たパターンが出現するのをなるべく避けるために、8種類の既定のマスクパターンを適用し、その中で最も良い結果になるものを選択する。

マスクパターンは以下の8種類で、APLの外積を用いて作成することが出来る。

マスクパターン 参照子	条件
000	$(i+j) \bmod 2=0$
001	$i \bmod 2=0$
010	$j \bmod 3=0$
011	$(i+j) \bmod 3=0$
100	$((i \operatorname{div} 2)+(j \operatorname{div} 3)) \bmod 2=0$
101	$(i \cdot j) \bmod 2+(i \cdot j) \bmod 3=0$
110	$((i \cdot j) \bmod 2+(i \cdot j) \bmod 3) \bmod 2=0$
111	$((i \cdot j) \bmod 3+(i+j) \bmod 2) \bmod 2=0$



```
[80] C←Tp0 ⍎ Mask Pattern
[81] C[1;;]←0=2|T°.+T←-1+iL ⍎ C[2;-1+2×i[L÷2;]←1 ⍎ C[3;;-2+3×i[L÷3]←1
[82] C[4;;]←0=3|T°.+T ⍎ C[5;;]←0=2|(|T÷2)°.+|T÷3 ⍎ C[6;;]←0=U←(2|T°.×T)+3|T°.×T
[83] C[7;;]←0=2|U ⍎ C[8;;]←0=2|(3|T°.×T)+2|T°.+T
```

マスクパターンの評価は以下のような失点制である。

特徴	評価条件	失点
同色の行・列の隣接モジュール	モジュール数 = $(5+i)$	N_1+i
同色のモジュールブロック	ブロックサイズ = 2×2	N_2
行・列における 1:1:3:1:1 比率の (暗:明:暗:明:暗) のパターン	1:1:3:1:1 比率のパターンの前又は後ろに比率 4 の幅以上の明パターンが存在する。	N_3
全体に対する暗モジュールの占める割合	$50 \pm (5 \times k)\% \sim 50 \pm (5 \times (k+1))\%$	$N_4 \times k$

これらの評価は原始関数 \mathcal{E} を用いて簡単に行うことが出来る。

9. 関数QRCODEの検証

このようにして作成した関数QRCODEの検証のために、Windows版のIBM Workstation APL2 for Multiplatforms Version 2.0の環境で入出力インターフェースを作成し携帯電話のQRコードリーダーで各バージョンおよびモードでのテストを行った。

携帯電話のカメラの読み取り能力限界であるバージョン14までの動作が確認できた。

ジョン	L	M	Q	H	L	M	Q	H	L	M	Q	H	(mm)
1	41	34	27	17	25	20	16	10	17	14	11	7	8.7
2	77	63	48	34	47	38	29	20	32	26	20	14	9.9
3	127	101	77	58	77	61	47	35	53	42	32	24	11.1
4	187	149	111	82	114	90	67	50	78	62	46	34	12.3
5	255	202	144	106	154	122	87	64	106	84	60	44	13.5
6	322	255	178	139	195	154	108	84	134	106	74	58	14.7
7	370	293	207	154	224	178	125	93	154	122	86	64	15.9
8	461	365	259	202	279	221	157	122	192	152	108	84	17.1
9	552	432	312	235	335	262	189	143	230	180	130	98	18.3
10	652	513	364	288	395	311	221	174	271	213	151	119	19.5
11	772	604	427	331	468	366	259	200	321	251	177	137	20.7
12	883	691	489	374	535	419	296	227	367	287	203	155	21.9
13	1022	796	580	427	619	483	352	259	425	331	241	177	23.1
14	1101	907	621	468	667	550	376	283	458	377	258	194	24.3
15	1250	991	703	530	758	600	426	321	520	412	292	220	25.5
16	1408	1082	775	602	854	656	470	365	586	450	322	250	26.7
17	1548	1212	876	674	938	734	531	408	644	504	364	280	27.9
18	1725	1346	948	746	1046	816	574	452	718	560	394	310	29.1
19	1903	1500	1063	813	1153	909	644	493	792	624	442	338	30.3
20	2061	1600	1159	919	1249	970	702	557	858	666	482	382	31.5
21	2232	1708	1224	969	1352	1035	742	587	929	711	509	403	32.7
22	2409	1872	1358	1056	1460	1134	823	640	1003	779	565	439	33.9
23	2620	2059	1468	1108	1588	1248	890	672	1091	857	611	461	35.1
24	2812	2188	1588	1228	1704	1326	963	744	1171	911	661	511	36.3
25	3057	2395	1718	1286	1853	1451	1041	779	1273	997	715	535	37.5
26	3283	2544	1804	1425	1990	1542	1094	864	1367	1059	751	593	38.7
27	3517	2701	1933	1501	2132	1637	1172	910	1465	1125	805	625	39.9
28	3669	2857	2085	1581	2223	1732	1263	958	1528	1190	868	658	41.1
29	3909	3035	2181	1677	2369	1839	1322	1016	1628	1264	908	698	42.3
30	4158	3289	2358	1782	2520	1994	1429	1080	1732	1370	982	742	43.5
31	4417	3486	2473	1897	2677	2113	1499	1150	1840	1452	1030	790	44.7
32	4686	3693	2670	2022	2840	2238	1618	1226	1952	1538	1112	842	45.9
33	4965	3909	2805	2157	3009	2369	1700	1307	2068	1628	1168	898	47.1
34	5253	4134	2949	2301	3183	2506	1787	1394	2188	1722	1228	958	48.3
35	5529	4343	3081	2361	3351	2632	1867	1431	2303	1809	1283	983	49.5
36	5836	4588	3244	2524	3537	2780	1966	1530	2431	1911	1351	1051	50.7
37	6153	4775	3417	2625	3729	2894	2071	1591	2563	1989	1423	1093	51.9
38	6479	5039	3599	2735	3927	3054	2181	1658	2699	2099	1499	1139	53.1
39	6743	5313	3791	2927	4087	3220	2298	1774	2809	2213	1579	1219	54.3
40	7089	5596	3993	3057	4296	3391	2420	1852	2953	2331	1663	1273	55.5

注：サイズは各辺の余白を4とし、1ドット0.3mmとした場合。

関数リスト

```
APL2 1001 - Object Editor - ORCODE
Object Edit Breakpoints Signals Options Windows Help
[Icons]
101 1-P ORCODE Q A B C D E F G H I J L M N O P Q R S T U V W X Z 2 020
102 n Create OR Code Model 1 for Numeric / Alphanumeric / Shift Mode
103 n Error Correction Level *** 1:L 2:R 3:Q 4:X(Default)
104 n Q Data
105 000-> R+0 0p0 0+(0=N+1p0)/0
106 A+(QAP*47 54+ '10 20',' 34+ ' /; ' 41(0=BNC 'P')/P-4)
107 n Error Correction Code Length
108 X=7 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150
109 X=7 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150
110 X=7 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150
111 n XS block
112 X=19 24 29 34 39 44 49 54 59 64 69 74 79 84 89 94 99 104 109 114 119 124 129 134 139 144 149 154
113 X=2 13 1/315 116) (5 1/67 88) (5 1/98 99) (1 5/107 108) (5 1/120 121)
114 X=2 13 4/113 134) (3 5/107 108) (6 4/116 117) (2 7/111 112) (4 5/121 122)
115 X=2 16 4/117 138) (8 4/106 107) (10 2/114 115) (8 4/122 123) (3 10/117 118)
116 X=2 17 7/118 137) (5 10/115 116) (13 5/115 116) (17/115) (17 1/115 116)
117 X=2 113 6/118 136) (12 7/121 122) (6 18/121 122) (17 4/122 123) (4 10/122 123)
118 X=2 120 4/117 116) (15 5/116 117)
119 X=19 28 44/122) (2/43) (4/27) (4/31) (2/38 39) (3 2/36 37) (4 1/43 44)
120 X=2 11 4/50 51) (6 2/36 37) (8 2/37 38) (4 5/40 41) (5/41 42) (7 3/45 46)
121 X=2 118 1/46 47) (8 4/43 44) (5 11/44 45) (5 13/41 42) (17/42) (17/46)
122 X=2 14 14/47 48) (6 14/45 46) (9 10/47 48) (10 4/46 47) (22 2/45 46)
123 X=2 13 23/45 46) (21 7/45 46) (19 10/47 48) (2 29/46 47) (20 23/46 47)
124 X=2 119 21/46 47) (14 23/46 47) (12 26/47 48) (6 34/47 48) (29 14/46 47)
125 X=2 12 13 32/46 47) (8 7/47 48) (10 35/47 48)
126 X=13 22/27) (2/24) (2/25 26) (4/28) (2 4/34 35) (4 2/10 11) (4/16 17)
127 X=2 16 2/19 20) (6/22 23) (4 6/20 21) (8 4/20 21) (11 8/26 27) (8 7/24 25)
128 X=2 15 2/13 20) (1 15/22 23) (17 1/22 23) (17 4/21 22) (15 5/24 25)
129 X=2 117 6/22 23) (7 16/24 25) (11 14/24 25) (11 16/24 25) (17 32/24 25)
130 X=2 126 6/22 23) (8 26/23 24) (4 31/24 25) (1 37/23 24) (15 25/24 25)
131 X=2 142 1/24 25) (10 35/24 25) (12 15/24 25) (44 7/24 25) (51 15/14/24 25)
132 X=2 146 10/24 25) (49 10/24 25) (49 14/24 25) (43 23/24 25) (14/24 25)
133 X=3 16/23) (4/29) (2/31 32) (4/35) (4 1/15 16) (4 2/14 15) (4/12 13)
134 X=2 18 2/15 16) (3 8/12 13) (7 4/14 15) (12 6/12 13) (11 5/12 13) (11 7/12 13)
135 X=2 13 13/15 16) (2 17/14 15) (2 18/14 15) (19 16/13 14) (15 10/15 16)
136 X=2 119 6/16 17) (34/13) (16 14/15 16) (30 2/16 17) (22 13/15 16) (33 4/16 17)
137 X=2 112 20/18 19) (11 21/18 19) (19 20/18 19) (23 28/18 19) (23 28/18 19)
138 X=2 115 35/15 16) (13 46/15 16) (25 1/16 17) (22 41/15 16) (2 64/15 16)
139 X=8+7 X= P=0,1 (24 45/15 16) (42 32/15 16) (110 67/15 16) (20 81/15 16)
140 X=(8/2)+G=1 n Gauss Shield
141 LG+(255+1p0G,21R(0 0 0 1 1 1 1 0 0 1)1=1R)1/G
142 n Mode and Version
143 F=1+G(1255 0+1-A/Q(10)A)1/A
144 +1+V=1+7N(3=1+10+44 7* +10)1+8-4+10-2+10 27* +180)1/0
145 D=0 0 1 1 (110+2+4+V+10 27)2+R)1,1(1+3+1 p 2)1 p 2)1 + 1*(N/2)/(N+2)+Q
146 +1
147 LA+(+ 1p0)1/B
148 +1+V=1+7N(2=1+11+6+11)1+8-4+10+4+10 27* +1400)1/0
149 D=0 0 1 0 1 (1+2+4+V+10 27)2+R)1,1(1+4+4+1 p 2)1 p 2)1 + 45+1*(N/2)/(N+2)+1+4+Q
150 +1
151 LB+(41+V+1+1p0)1 (5-4+4+4+10+140)1/0
152 D=0 1 0 0 1 (1+8+8+V+10)2+R)1,1(6/2)1RNF Q
153 L1 C=2+K(0,8)1p(8+V)1p(1+8)1+10+C (1+4+2+8)11+1p(1)1/0 0 0 0
154 D=C 11X+8)1p(256 17 + R=1)1/0
155 I=1p(0 0 n Generation Polynomial
156 LG+(1p(1+1p(2+1p(2)1)10)2)1p(1+8, (0 5)11R)1,11(1+255)1+0, K)1/G
157 I=1 4 10 17 24 31 38 45 52 59 66 73 80 87 94 101 108 115 122 129 136 143 150 157 164 171 178 185 192 199 206 213 220 227 234 241 248 255 262 269 276 283 290 297 304 311 318 325 332 339 346 353 360 367 374 381 388 395 402 409 416 423 430 437 444 451 458 465 472 479 486 493 500 507 514 521 528 535 542 549 556 563 570 577 584 591 598 605 612 619 626 633 640 647 654 661 668 675 682 689 696 703 710 717 724 731 738 745 752 759 766 773 780 787 794 801 808 815 822 829 836 843 850 857 864 871 878 885 892 900 907 914 921 928 935 942 949 956 963 970 977 984 991 998 1005 1012 1019 1026 1033 1040 1047 1054 1061 1068 1075 1082 1089 1096 1103 1110 1117 1124 1131 1138 1145 1152 1159 1166 1173 1180 1187 1194 1201 1208 1215 1222 1229 1236 1243 1250 1257 1264 1271 1278 1285 1292 1299 1306 1313 1320 1327 1334 1341 1348 1355 1362 1369 1376 1383 1390 1397 1404 1411 1418 1425 1432 1439 1446 1453 1460 1467 1474 1481 1488 1495 1502 1509 1516 1523 1530 1537 1544 1551 1558 1565 1572 1579 1586 1593 1600 1607 1614 1621 1628 1635 1642 1649 1656 1663 1670 1677 1684 1691 1698 1705 1712 1719 1726 1733 1740 1747 1754 1761 1768 1775 1782 1789 1796 1803 1810 1817 1824 1831 1838 1845 1852 1859 1866 1873 1880 1887 1894 1901 1908 1915 1922 1929 1936 1943 1950 1957 1964 1971 1978 1985 1992 1999 2006 2013 2020 2027 2034 2041 2048 2055 2062 2069 2076 2083 2090 2097 2104 2111 2118 2125 2132 2139 2146 2153 2160 2167 2174 2181 2188 2195 2202 2209 2216 2223 2230 2237 2244 2251 2258 2265 2272 2279 2286 2293 2300 2307 2314 2321 2328 2335 2342 2349 2356 2363 2370 2377 2384 2391 2398 2405 2412 2419 2426 2433 2440 2447 2454 2461 2468 2475 2482 2489 2496 2503 2510 2517 2524 2531 2538 2545 2552 2559 2566 2573 2580 2587 2594 2601 2608 2615 2622 2629 2636 2643 2650 2657 2664 2671 2678 2685 2692 2699 2706 2713 2720 2727 2734 2741 2748 2755 2762 2769 2776 2783 2790 2797 2804 2811 2818 2825 2832 2839 2846 2853 2860 2867 2874 2881 2888 2895 2902 2909 2916 2923 2930 2937 2944 2951 2958 2965 2972 2979 2986 2993 3000 3007 3014 3021 3028 3035 3042 3049 3056 3063 3070 3077 3084 3091 3098 3105 3112 3119 3126 3133 3140 3147 3154 3161 3168 3175 3182 3189 3196 3203 3210 3217 3224 3231 3238 3245 3252 3259 3266 3273 3280 3287 3294 3301 3308 3315 3322 3329 3336 3343 3350 3357 3364 3371 3378 3385 3392 3399 3406 3413 3420 3427 3434 3441 3448 3455 3462 3469 3476 3483 3490 3497 3504 3511 3518 3525 3532 3539 3546 3553 3560 3567 3574 3581 3588 3595 3602 3609 3616 3623 3630 3637 3644 3651 3658 3665 3672 3679 3686 3693 3700 3707 3714 3721 3728 3735 3742 3749 3756 3763 3770 3777 3784 3791 3798 3805 3812 3819 3826 3833 3840 3847 3854 3861 3868 3875 3882 3889 3896 3903 3910 3917 3924 3931 3938 3945 3952 3959 3966 3973 3980 3987 3994 4001 4008 4015 4022 4029 4036 4043 4050 4057 4064 4071 4078 4085 4092 4099 4106 4113 4120 4127 4134 4141 4148 4155 4162 4169 4176 4183 4190 4197 4204 4211 4218 4225 4232 4239 4246 4253 4260 4267 4274 4281 4288 4295 4302 4309 4316 4323 4330 4337 4344 4351 4358 4365 4372 4379 4386 4393 4400 4407 4414 4421 4428 4435 4442 4449 4456 4463 4470 4477 4484 4491 4498 4505 4512 4519 4526 4533 4540 4547 4554 4561 4568 4575 4582 4589 4596 4603 4610 4617 4624 4631 4638 4645 4652 4659 4666 4673 4680 4687 4694 4701 4708 4715 4722 4729 4736 4743 4750 4757 4764 4771 4778 4785 4792 4800 4807 4814 4821 4828 4835 4842 4849 4856 4863 4870 4877 4884 4891 4898 4905 4912 4919 4926 4933 4940 4947 4954 4961 4968 4975 4982 4989 4996 5003 5010 5017 5024 5031 5038 5045 5052 5059 5066 5073 5080 5087 5094 5101 5108 5115 5122 5129 5136 5143 5150 5157 5164 5171 5178 5185 5192 5200 5207 5214 5221 5228 5235 5242 5249 5256 5263 5270 5277 5284 5291 5298 5305 5312 5319 5326 5333 5340 5347 5354 5361 5368 5375 5382 5389 5396 5403 5410 5417 5424 5431 5438 5445 5452 5459 5466 5473 5480 5487 5494 5501 5508 5515 5522 5529 5536 5543 5550 5557 5564 5571 5578 5585 5592 5600 5607 5614 5621 5628 5635 5642 5649 5656 5663 5670 5677 5684 5691 5698 5705 5712 5719 5726 5733 5740 5747 5754 5761 5768 5775 5782 5789 5796 5803 5810 5817 5824 5831 5838 5845 5852 5859 5866 5873 5880 5887 5894 5901 5908 5915 5922 5929 5936 5943 5950 5957 5964 5971 5978 5985 5992 6000 6007 6014 6021 6028 6035 6042 6049 6056 6063 6070 6077 6084 6091 6098 6105 6112 6119 6126 6133 6140 6147 6154 6161 6168 6175 6182 6189 6196 6203 6210 6217 6224 6231 6238 6245 6252 6259 6266 6273 6280 6287 6294 6301 6308 6315 6322 6329 6336 6343 6350 6357 6364 6371 6378 6385 6392 6400 6407 6414 6421 6428 6435 6442 6449 6456 6463 6470 6477 6484 6491 6498 6505 6512 6519 6526 6533 6540 6547 6554 6561 6568 6575 6582 6589 6596 6603 6610 6617 6624 6631 6638 6645 6652 6659 6666 6673 6680 6687 6694 6701 6708 6715 6722 6729 6736 6743 6750 6757 6764 6771 6778 6785 6792 6800 6807 6814 6821 6828 6835 6842 6849 6856 6863 6870 6877 6884 6891 6898 6905 6912 6919 6926 6933 6940 6947 6954 6961 6968 6975 6982 6989 6996 7003 7010 7017 7024 7031 7038 7045 7052 7059 7066 7073 7080 7087 7094 7101 7108 7115 7122 7129 7136 7143 7150 7157 7164 7171 7178 7185 7192 7200 7207 7214 7221 7228 7235 7242 7249 7256 7263 7270 7277 7284 7291 7298 7305 7312 7319 7326 7333 7340 7347 7354 7361 7368 7375 7382 7389 7396 7403 7410 7417 7424 7431 7438 7445 7452 7459 7466 7473 7480 7487 7494 7501 7508 7515 7522 7529 7536 7543 7550 7557 7564 7571 7578 7585 7592 7600 7607 7614 7621 7628 7635 7642 7649 7656 7663 7670 7677 7684 7691 7698 7705 7712 7719 7726 7733 7740 7747 7754 7761 7768 7775 7782 7789 7796 7803 7810 7817 7824 7831 7838 7845 7852 7859 7866 7873 7880 7887 7894 7901 7908 7915 7922 7929 7936 7943 7950 7957 7964 7971 7978 7985 7992 8000 8007 8014 8021 8028 8035 8042 8049 8056 8063 8070 8077 8084 8091 8098 8105 8112 8119 8126 8133 8140 8147 8154 8161 8168 8175 8182 8189 8196 8203 8210 8217 8224 8231 8238 8245 8252 8259 8266 8273 8280 8287 8294 8301 8308 8315 8322 8329 8336 8343 8350 8357 8364 8371 8378 8385 8392 8400 8407 8414 8421 8428 8435 8442 8449 8456 8463 8470 8477 8484 8491 8498 8505 8512 8519 8526 8533 8540 8547 8554 8561 8568 8575 8582 8589 8596 8603 8610 8617 8624 8631 8638 8645 8652 8659 8666 8673 8680 8687 8694 8701 8708 8715 8722 8729 8736 8743 8750 8757 8764 8771 8778 8785 8792 8800 8807 8814 8821 8828 8835 8842 8849 8856 8863 8870 8877 8884 8891 8898 8905 8912 8919 8926 8933 8940 8947 8954 8961 8968 8975 8982 8989 8996 9003 9010 9017 9024 9031 9038 9045 9052 9059 9066 9073 9080 9087 9094 9101 9108 9115 9122 9129 9136 9143 9150 9157 9164 9171 9178 9185 9192 9200 9207 9214 9221 9228 9235 9242 9249 9256 9263 9270 9277 9284 9291 9298 9305 9312 9319 9326 9333 9340 9347 9354 9361 9368 9375 9382 9389 9396 9403 9410 9417 9424 9431 9438 9445 9452 9459 9466 9473 9480 9487 9494 9501 9508 9515 9522 9529 9536 9543 9550 9557 9564 9571 9578 9585 9592 9600 9607 9614 9621 9628 9635 9642 9649 9656 9663 9670 9677 9684 9691 9698 9705 9712 9719 9726 9733 9740 9747 9754 9761 9768 9775 9782 9789 9796 9803 9810 9817 9824 9831 9838 9845 9852 9859 9866 9873 9880 9887 9894 9901 9908 9915 9922 9929 9936 9943 9950 9957 9964 9971 9978 9985 9992 10000
1931 X(10+4+V)+7)1+R(19 8,6)1+8)1+C + R=1+4+18+4+R)1+8
```