

隠れた階層構造を見いだす

—試論—

大鑄 史男

本特集は、実際のさまざまな問題解決に対して中部支部で行われていることや考えられていることの一部を紹介し、ORの普及に寄与することに狙いがある。本稿では、単純な0-1マトリックスから階層構造を立ち上げるための方法について考えていることの一部を紹介する。これは企業の方と話をしている際に提起された問題がきっかけになっているが、多くの問題への応用が可能であると考えられている。いくつかの応用例についても述べる。

キーワード：階層構造、階層構造の再現、 n 部グラフ、部品構成、モジュール化、FTA、FMEA、人間関係

1. 発端

1.1 発端

表題のようなことを考え始めたのは、ある企業の方とお話をしていた際に提起された次のような問題が発端になっている。

通常製品を構成する部品はさまざまな仕様、バリエーション、モジュールなどの概念によってグループ化、関係づけがなされ、新規のものを取り込んだり既存のものを廃棄したりしながら複雑なものへと変貌していく。それらの要素間には通常階層構造が存在すると考えられるが、容易には見て取れないものになっている。この階層構造を取り出すことができれば、仕様やバリエーション、モジュールなどの見直しが可能になる。例えば、これまで別々に扱われてきた部品が、ある仕様やバリエーションの廃棄により一体化してモジュール化できる可能性が出てくる。しかし、このことは部品や仕様の関係を眺めるだけで即座に認識できるものではない。もちろんモジュール化には技術的な検討が待っていることは言うまでもない。

このような見直しのために部品構成を再構築するためのうまい方法はないのだろうか、といったことが問題の発端であった。

1.2 例えば、靴を考えてみる

この節は問題のイメージを持ってもらうためのものであり、靴の完全な部品構成を示すものではない。文献 [6] を参考にした。

靴はそのタイプによって、船底タイプとヒールタイプに分かれ、一方女性用と男性用にも分かれる。また別の側面から、シューレースタイプ、ステップインタイプ、バンプタイプ、サンダルタイプ、ブーツタイプ、スポーツタイプと分かれ、それぞれは、例えば、シューレースタイプはプレートトゥ、ウイングチップ、ストレートチップ、Uモカに分かれ、ステップインタイプはローファー、タッセル、キルトに分かれる。さらに、これらのタイプ分類に対して高級品、普及品、廉価版などの横断的な分類が関係してくる。またスポーツタイプであれば、ハイテク製品とそうでないものに分類されるだろう。もちろん、寸法による分類もある。

一方靴自体はそのソール部だけでも、船底タイプとヒールタイプで違いはあるが、先芯、月型芯、中敷、緩衝材、中底、ミッドソール、シャンク、外底、ヒール、ヒールリフトと多くの部分から構成されるが、上記の各タイプの組み合わせによって部品の材質、形や大きさなどが異なってくる。

これらの関係の総体が部品表であり、グラフによって表現したとしても見た目は錯綜としたものになる。また単純な n 部グラフによる表現は困難である。

もちろん、一つの会社がこれらのすべてのタイプを扱うわけではないが、1種類だけというわけではなく、例えば、アウトレットモールにあるスポーツ用品メーカーのショップにある靴の種類を見るだけでも、部品表が複雑な様相を呈していることは容易に想像できる。

さらに時代の推移に従って廃れるタイプもあり、一方新たに立ち上がってくるタイプもある。それに従って、これまでの部品が不必要になったり、逆に新たな部品が必要になったりする。また、部品によっては、そ

おおい ふみお
名古屋工業大学大学院工学系研究科
〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町

の材質が変更される場合もある。例えば、最近の TV コマーシャルを見ているだけでも容易にわかるとおり、スポーツシューズのハイテク化の速度は速い。

1.3 出発点として与えられるデータ

最も基本的な最下層の要素である部品とほかの要素との関係である相関表が表 1 のような 0-1 マトリックスで与えられたとする。この相関表はそれぞれの要素が関係する部品を明示したものであり、1 が関係する場合を、0 は関係しない場合を意味する。

このマトリックスから列要素である a_1, \dots, a_n の階層化を図るのが本稿での主要テーマである。現場での問題解決にうまく適用できるかどうかはこれからの検討待ちであることから、表題のように「試論」としたが、階層構造の再構築のためのアルゴリズムをいくつかの適用例とともに紹介する。

表 1 議論の出発点は 0-1 行列で与えられる相関表

	a_1	a_2	\dots	a_n
1				
2			$x_{i,a_j} = 0 \text{ or } 1$	
\vdots				
m			$1 \leq i \leq m, i \leq j \leq n$	

先の靴の例では、仕様の見直しを図るために、各仕様項目を列要素に、行要素を靴を構成する部品に取り、上のような 0-1 行列を得る。このマトリックスから仕様項目間の階層構造の構築を試みることになる。

2. アルゴリズム

2.1 アルゴリズムの基本的な発想

さて、このようなマトリックスから列要素間の階層構造を立ち上げるために、次のように単純に考える。

図 1 にあるように、列要素 a, b, \dots, k の間に階層構造があり、これを通して行要素である最下層の $1, 2, \dots, 10$ につながっているとす。この中で例えば d, h に注目すると、 d は h よりも上位層にあり、 g, h, i を経て最下層の要素につながっている。 d に関する最下層の要素全体は g, h, i のそれぞれに關係する要素全体の和集合であり、 h に關係する最下層の要素全体 $\{2, 4\}$ はその部分集合である。したがって、關係している最下層の要素が多いほどより上位層に存在すると考えることができ、このことから、次のようなアルゴリズムが考えられる。

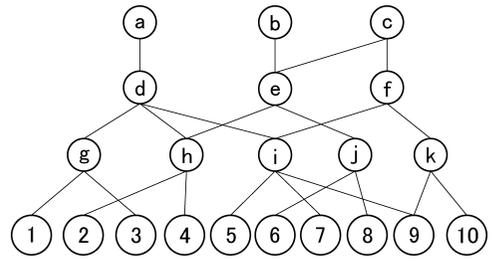


図 1 相関表の背景に想定される階層構造

2.2 アルゴリズム

各 a_j に關係する行要素の集合を $S(a_j)$ とする。

$$S(a_j) \equiv \{ i \mid x_{i,a_j} = 1, 1 \leq i \leq m \}, \quad 1 \leq j \leq n$$

$S(a_j)$ を用いて、 $A \equiv \{a_1, \dots, a_n\}$ 上の順序 \leq を次のように定義する。

$$a_k \leq a_l \iff S(a_k) \subseteq S(a_l)$$

$$a_k \neq a_l \iff S(a_k) \neq S(a_l)$$

本来は、 $a_k \equiv a_l \iff S(a_k) = S(a_l)$ の同値関係による A の同値類上に順序関係を定める。また、以下では多部グラフを定義するが、3 節の例では必ずしもそのようにはなっていない。ここでは考え方の提示を主な目的とし、細かくこだわることはしない。

$S(a_k) = S(a_l)$ は、部品構成の文脈では a_k と a_l に關係する部品の集合が等しく部品構成が同一であることを意味し、仕様項目として区別しておく必要がなくなったと解釈できる。後に述べる人間關係では、影響力が同じでありライバル同士を意味するかもしれない。

A の部分集合 $B \subseteq A$ において、 $b \in B$ が B の極小元であるとは、 $c \in B, c < b (c \leq b, c \neq b)$ となるような c が存在しないときである。

順序集合 (A, \leq) について M_1, M_2, \dots を以下のように帰納的に定義する。

$$M_1: A \text{ の極小元全体}$$

$$M_2: A \setminus M_1 \text{ の極小元全体}$$

$$M_3: A \setminus (M_1 \cup M_2) \text{ の極小元全体}$$

\dots

$$M_k: A \setminus \bigcup_{j=1}^{k-1} M_j \text{ の極小元全体}$$

\dots

$M_i, i \geq 1$ の個数を n_A と書き、 M_1, \dots, M_{n_A} を頂点集合とする n_A 部グラフを、辺集合を次のようにして定義する。 $k = 1, \dots, n_A - 1$ に対して、

$$E_{M_{k+1}, M_k} = \{(a, b) \mid a \in M_k, b \in M_{k+1}, b < a\},$$

$b < a$ は $S(b) \subseteq S(a), S(b) \neq S(a)$ を意味する。

この階層構造の最下層 M_1 の下に、さらに辺集合 E_{M_1, N_m} を次のようにしながら頂点集合 $N_m = \{1, 2, \dots, m\}$ をつけ加える。

$$E_{M_1, N_m} = \{(j, a) \mid j \in N_m, a \in M_1, x_{ja} = 1\}$$

この $n_A + 1$ 部グラフを 0-1 マトリックスの背景にあると想定される階層構造の再現階層構造と呼ぶ。

2.3 例

例として、表 2 の 0-1 マトリックスを考える。これは、図 1 で a から k までの各ノードにつながっている 1 から 10 までのノードを拾い上げて作られたものであり、表 2 の 0-1 マトリックスの背景にある階層構造で、背景階層構造と呼ぶ。

表 2 階層構造を内在させる 0-1 行列

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
5	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
7	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
8	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
9	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1

$$S(a) = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}, S(b) = \{2, 4, 6, 8\}$$

$$S(c) = \{2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

$$S(d) = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$$

$$S(e) = \{2, 4, 6, 8\}, S(f) = \{5, 7, 9, 10\}$$

$$S(g) = \{1, 3\}, S(h) = \{2, 4\}, S(i) = \{5, 7, 9\}$$

$$S(j) = \{6, 8\}, S(k) = \{9, 10\}$$

先に定義した順序関係に従ってこの場合の M_1, M_2, \dots を定めると次のようになり、再現階層構造は図 2 のようになる。

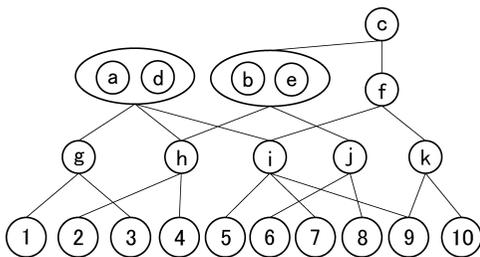


図 2 表 2 の 0-1 マトリックスからの再現階層構造 楕円でくくられている要素は同値であること意味する。

$$M_3 = \{c\}$$

$$M_2 = \{a, d, b, e, f\}$$

$$a \equiv d \quad (\text{なぜなら } S(a) = S(d))$$

$$b \equiv e \quad (\text{なぜなら } S(b) = S(e))$$

$$M_1 = \{g, h, i, j, k\}$$

$$N_{10} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

背景階層構造を完全に再現していないが、これは同値関係にあるノード $a \equiv d, b \equiv e$ の存在が理由である。この同値関係が図 1 の背景階層構造中で意味していることは 2.1 節中で同値関係について述べたことから明らかであろう。完全な再現ができないことは、欠点ではなく、背景階層構造の中にある特徴をとらえていると考えることができる。

3. いくつかの応用例

ここでは、提案しているアルゴリズムのいくつかの応用例について述べる。

3.1 人間集団内における階層構造

人間集団内には人同士影響を与えたり受けたりすることによる階層構造が内在する。会社内においても肩書きによるものではなく、実質的な影響のあるなしによる階層構造があるはずである。このような階層構造をどのようにして立ち上げればよいだろうか。すでに示したような 0-1 マトリックスを与えることができれば、われわれのアルゴリズムによってこの人間集団内の階層構造を立ち上げることができる。

問題は、この 0-1 マトリックスをいかにして作成するかであり、このためには、行要素に対応する候補者を挙げなければならない。

ここでは単純に次のようなことを考える。 n 人の人がいるとして、 $n(n-1)/2$ 通りのペアについて影響の方向を定める。この定め方は、事情通の少人数によるブレインストーミングでもよいであろうし、ある一人の者による日常観察からでもよいであろう。つまり、0-1 マトリックスは、人が日常的に暗黙の内に積み上げてきた階層構造を反映したのものであるとも考えられる。

影響を及ぼすときは出る矢印を、影響を受けるときは入る矢印を描く。基本的には、これによって有向グラフができるが、階層構造自体はさほど明らかであると考えられない。グラフの概念のシンプルさに比べて、その絵は辺が錯綜として何かを一目瞭然に見て取れるようなものになっているわけではない。隣接行列についても同様である。そこで、隣接行列から出次数がゼロの要素を探し出し、これを最下層の要素とする。こ

の最下層要素につながるかつながらないかによって作られた 0-1 マトリックスから集団に内在する階層構造を立ち上げることができ、隠されている人間関係が浮き彫りにされる。

もしくは、すべてのペアについてチェックするのではなく、ブレインストーミングの中で影響を与えるよりも受けやすい人を挙げ、これを行要素としてその人達への影響があるかないかによって 0-1 マトリックスを作ることも考えられる。

0-1 行列の作り方は、最下層に何を持ってくるかによって一種の観点を定めることになり、再現された階層構造にはさまざまな意味と解釈が可能であると想像できる。これは人間関係に限ったことではない。

3.2 成形加工の不良現象とその原因の解析への応用

本稿の最後の頁に掲載されている表 3 は、実在する工場で稼働している射出成形機による成形加工の不良現象と不良原因の相関表である。25 個の列要素が不良現象を、行要素の 30 個が不良原因を意味する。不良現象としてはバリなどが、不良原因としては射出時間の長短などが挙げられるが、ここでは会社名も含めて具体的な説明は控える。

この相関表から不良原因を最下層として再現した不良現象の階層構造と不良現象を最下層とした場合の不良原因の階層構造が、それぞれ図 3 と 4 である。

図 3 の階層構造が意味することは、例えば次のようなことである。上位にある不良現象は多くの不良原因(要因)によって発生することを意味し、したがって稼働中に発生しやすいことを意味する。上下関係にある二つの不良現象については、下層の不良現象が発生すると必ず上位の不良現象が発生することを意味する。このことから、不良現象発生の時系列的な前後関係が存在する可能性があり、物理的な不良現象発生メカニズム解明における検討対象の候補を提供していることになる。特に、不良原因の間の時系列的な関係が明確になると、不良現象の発生についてよりはっきりとしたシナリオが描ける。

さらに不良現象間の依存関係についても示唆してくれる。たとえば、不良現象 α, β, γ について、 $S(\alpha) \cap S(\beta) \subset S(\beta) \cap S(\gamma)$ であれば α と β よりも β と γ のほうが依存関係が大であると考えられる。なぜなら共通する故障原因が後者のほうが大であるからである。信頼性理論におけるショックモデルの考え方である。

またこの図 3 は、FTA の FT 図との関係も示唆している。これらについては、さらに 3.3 節で触れる。不

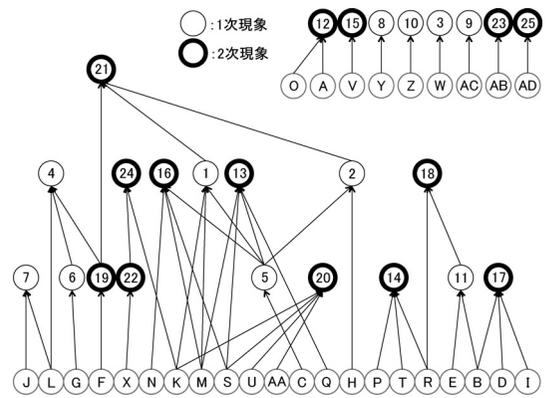


図 3 表 3 の不良現象の再現階層構造
工場では、不良現象が一次と二次の二つのグループに分類されると考えられている。

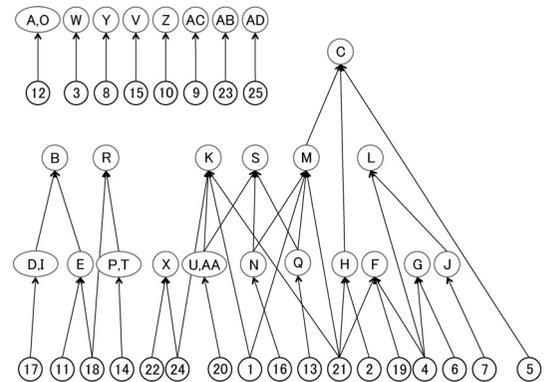


図 4 表 3 の不良原因の再現階層構造
楕円でくくられている要因は同値であることを意味する。

良現象が a, b, c で $b < a, c < a$ の関係にある部分は容易に見て取れる。これは不良現象 b または c が生じると a が生じることを意味し、FTA の言葉を用いると、中間事象である b と c が or ゲートで結ばれ事象 a の発生を規定していると考えられる。もちろん、技術的な検討は必須であるが、階層構造の再現によって、ある程度の FT 図が得られることになる。

図 3 で太い○印が付けられているのは、一つのグループをなすと考えられている不良現象であり、実際工場では、不良現象全体は大きく二つのグループに分けることができると考えられている。付随的にこのような潜在している情報が反映させられれば、再現階層構造の使い方が広がるが、どのような点に注目すればよいのか現在検討中である。

さらに不良原因についての階層構造である図 4 が意味することは、次のようなことである。不良原因が上位にあることは、多くの不良現象を引き起こしうることを意味し、したがって、改善の優先順位は高くなる。

また上下関係にある二つの不良原因については、上位の原因が生じると下位の原因による不良現象も同時に引き起こしてしまうことから、連鎖的な関係があることが想像できる。

このように再現階層構造から不良現象発生のメカニズムや対応策を考える際のさまざまなヒントが得られる。

3.3 FTA への応用

3.2 節でも触れた FTA(Fault Tree Analysis, 故障木解析) は、故障解析でよく用いられ、トップ事象と呼ばれる発生すると不都合であるような事象（一般的にはシステムの故障であるが）の発生原因を探り出し、トップ事象の発生確率やそれぞれの故障原因のトップ事象の発生への影響などを評価する方法である。

トップ事象から始まり、その原因と考えられる事象へと順次分解していき、これ以上分解できない地点で得られた事象が基本事象と呼ばれ、故障原因とされる。トップ事象と基本事象の間に木状に、つまり階層構造に展開される事象は中間事象と呼ばれ、and と or によって結ばれたブール代数の構造を持つ。このようにして得られた FT(Fault Tree, 故障木) 図からトップ事象の信頼性評価を行う。

FT 図は実際には多くの場合 or がほとんどを占めると言われている [3]。また対象によっては、基本事象がある程度類型化されている場合もある [3]。一方中間事象の列挙・階層化は、徹底したブレインストーミングにより順次細部へと分解を進めながらブール代数的な階層構造を展開して行く方法が取られる。この中間事象の階層化に本稿で述べた方法を利用する次のような手段を取ることができる。

考えうる中間事象を列挙する。この時点では、and または or による階層構造を意識する必要はないが、おそらく担当者の頭の中には階層構造が暗黙の内に存在し、相関表の作成の過程に反映させられると考えることができる。次に、各中間事象について関係すると考えうる基本事象を明示することで、中間事象全体と基本事象との間の相関表 (0-1 マトリックス) が得られる。これから階層構造を再現し、この後 and および or の論理構造を検査し FT 図を得る。もし FT 図が or のみで構成される場合には、この階層構造を立ち上げた時点で FT 図ができあがることになる。

また、次のような利用方法も考えることができる。中間事象、トップ事象の区別をせずに思いつくすべての不都合な事象を列挙し、基本事象との相関表から階層構造を再現する。最上層に位置する事象がトップ事象に対応すると考えると、複数個のトップ事象について同

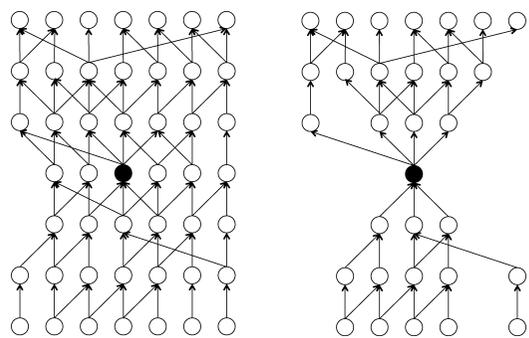


図 5 左側は再現された階層構造の全体、右側は黒丸をトップ事象として上側が FMEA に対応し下側が FTA に対応する。

時に解析したことになる。また、中間にある事象がトップ事象であるとすると、それより上は FMEA(Failure Mode and Effects Analysis, 故障モードとその影響解析) に、下は FTA に対応することになり、両者をある程度同時に行ったことになる。つまり、ざっくりとえば、一つのシステムについて基本事象も含み考える不都合事象すべてについての階層構造から取り出された基本事象を含む部分階層構造が FTA であり、最上層の事象を含む部分階層構造が FMEA であると言えるだろう。本稿で提案している方法がこの階層構造の全体像を一気に描き出す可能性を持っていると言える (図 5 を参照)。

FMEA は、システムを構成する要素の故障モードとその上位要素への影響を解析する手法であり、未然防止における重要な手法である。FTA がトップダウン的な手法であるのに対して、FMEA はボトムアップ的な手法である。FTA および FMEA の用語については、OR 辞典 Wiki[4] を、またこれらの詳細な内容については、例えば、井上 [2]、小野 [3]、鈴木 [5] などを参照されたい。

4. 階層構造からのモジュール候補

階層構造の再現がうまくいけば、部品構成の文脈では、最下層に部品をおいて、例えば図 6 のような三部グラフが得られることになる。

図 6 の例えばモジュール化候補 1 を構成する二つの部品は、上層の要素へのつながり方が同一である。モジュール化は一体化を意味するが、このためには、上層へのつながり方が全く同一である必要がある。このような条件を満たす部品の組がモジュール化の候補となり、技術的な検討を経て実際にモジュール化するかどうかが決定される。

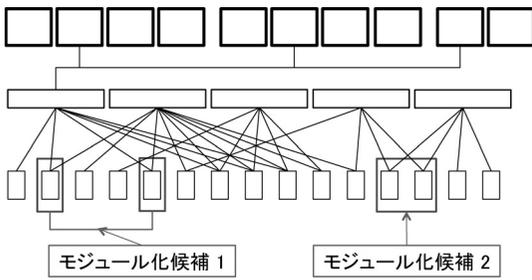


図 6 最下層が部品を意味し、2 組のモジュール化候補が示されている。ほかにも候補は存在するが煩雑になるために省略してある。

さらに一つの部品自体の仕様変更が部品構成全体に及ぼす拡がり具合も量的に定義できる。単純にその部品に関係している中間層や最上層の要素の個数を調べればよく、部品表と呼ばれるシステム内での重要性を意味する。

5. 最後に

本稿では、表 1 のような 0-1 マトリックスとして要因間の相関が与えられたときに、行要素間または列要

素間の階層構造を立ち上げる方法について述べ、再現された階層構造の利用方法についていくつかの可能性に触れた。特に、データとその解析方法の単純さに比べて、モジュール化の可能性、部品の重要度、部品の変更による影響の部品表全体への波及効果、FTA・FMEA への応用可能性、不良状態の発生シナリオ、人間関係など多くの情報を取り出し得ることについて述べた。

一方、解析の出発点になる 0-1 マトリックスの構築は本手法でのポイントであり、実践的な構築方法の検討を要する。今後さらに具体的なデータをもとに手法の洗練化を進め、問題解決への寄与に努めたい。

参考文献

- [1] B. ボロバッシュ、グラフ理論入門、培風館、1983.
- [2] 井上威恭監修、総合安全工学研究所編、FTA 安全工学、日刊工業新聞社、1979.
- [3] 小野寺勝重、国際標準化時代の実践 FTA 手法、日科技連、2008.
- [4] OR 辞典 Wiki、<http://www.orsj.or.jp/~wiki/wiki/index.php>
- [5] 鈴木順二郎、牧野鉄治、石坂茂樹、FMEA・FTA 実施法、日科技連、2010.
- [6] asics 靴の基礎知識、<http://www.asics.co.jp/walking/concierge/knowledge>

表3 射出成形機の不良原因と不良現象の相関表
A, B, C, ... が不良原因, 1, 2, ... が不良現象を意味する.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
C	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
G	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
L	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Y	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1