



If-Thenルールの問題

♡ 21



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2023年1月20日 11:58





渡辺博芳（帝京大学）

2007年度大学入試センター試験科目「情報関係基礎」本試験の第2問を解説します。この問題も井手先生による記事「じゃんけんをプログラミングするよ」で触れていた、放送大学の辰己丈夫先生が厳選した良問セットの一つです。

情報関係基礎の第2問は、「情報技術に必要な『ものの考え方』と応用能力を問う問題」が出題されています。高等学校学習指導要領解説情報編に「情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ」というフレーズが出てきますが、情報関係基礎の第2問では、そうした考え方が扱われています。

▼ 目次

問題の冒頭

問1前半 II.―II.を使って結果を得る

問1前半 ルールを使って結果を得る

問1後半 結果を得るまでの効率を考える

問2前半 具体的事例からルールセットを作る

問2後半 ルールセットの違いによる効率の違いを考える

まとめ

問題の冒頭

まず、冒頭を読んでみましょう。

気象条件と、体育大会などのイベントを実施するかどうかとの関係について考える。ここでは気象条件として天気、風力、気温を対象とし、天気は“晴”，“曇”，“雨”，風力は“強”，“弱”，気温は“高”，“低”のそれぞれいずれかとする。

気象条件によって体育大会をやるかどうか決めるという話ですね。気象条件には、天気、風力、気温の3つの属性があって、それぞれの属性の取り得る値が定義されています。

問1前半 ルールを使って結果を得る

問1の最初の段落にルールについての説明が書かれています。

イベントを実施するかどうかを決めるルールを「**条件部→結果**」の形式で表現する。例えば、「もし天気が雨ならば中止する」というルールは、「(天気=雨)→中止」と書く。このようなルールをいくつか順に並べたものをルールセットと呼ぶ。ルールセットの中のルールを上から順に調べ、**条件部**が成立するルールがあれば、そのルールの**結果**の値によって、イベントの実施・中止を決め、それ以降のルールは調べない。条件部の成立するルールが一つもない場合のために、ルールセットの最後に、条件部を持たない特別なルール「(*)→**結果**」を配置する。条件部の成立するルールがない場合には、無条件にこのルールの**結果**を採用する。

ここで扱われる「もし**条件部**ならば**結果**」という形式のルールはIf-Thenルールと呼ばれます。ルールセットの中のルールを順に調べて、条件部が成立するルールを適用するという考え方は、インターネットの経路制御におけるルーティングテーブルや、ファイアウォールで通信をフィルタリングする際のルール設定などで使われています。ルールセットの最後のルールは、「デフォルトの結果を定義しておくルール」といえますね。

【ア】から【ウ】は、ルールセットを使って結果を求める問題です。

S 高等学校では体育大会の実施を図 1 のルールセット 1 で決める。ルールセット 1 を用いて表 1 の各ケースを調べると、ケース 1 の結果は **ア**，ケース 2 では **イ**，ケース 3 では **ウ** となる。

表 1 気象条件の例(1)

ケース	天気	風力	気温
1	雨	弱	高
2	晴	弱	高
3	曇	強	高

ルール 1 (天気=雨)→中止
ルール 2 (風力=強)→中止
ルール 3 (*)→実施

図 1 ルールセット 1

表1のケース1は「天気＝雨」ですから、ルール1の条件部が成立し、【ア】は「中止」となります。ケース2は「天気＝晴」なのでルール1の条件部は成立せず、「風力＝弱」なのでルール2の条件部も成立せず、最後のルール3が適用され、【イ】は「実施」となります。ケース3は「天気＝曇」なのでルール1の条件部は成立しませんが、「風力＝強」なのでルール2の条件部が成立し、【ウ】は「中止」となります。

次にルールの条件部が少し複雑になります。

条件部にはカンマで区切って複数の条件を書くことができる。例えば、「もし、風が強く、かつ気温が低ければ中止する」というルールは「(風力=強, 気温=低)→中止」と書く。条件が複数ある場合は、条件を左から順に調べ、すべての条件が成り立つときにのみ、条件部が成立する。成り立たない条件が一つでもあれば条件部が成立しないので、それ以降の条件は調べずに次のルールに進む。例えば、風が弱いとき、「(風力=強, 気温=低)→中止」を調べると、「風力=強」の条件が成立しないので、「気温=低」の条件は調べない。

ルールの条件部には、複数の条件を書くことができ、それらは論理積（AND）でつながれるということですね。また、ルール中の複数の条件を調べる際には、条件が成立しなければ、それより後の条件は調べないことが説明されていますが、これは後の設問で効いてきます。

【エ】は、ルールセットと結果が分かっているときに、気象条件がどうだったのかを問う問題です。

T高等学校では、ハイキングの実施を図2のルールセット2で決定する。
ルールセット2を用いるとき、表2のケース1の結果が「実施」になる場合、風力と気温の値はそれぞれ **エ** となる。

ルール1 (天気=晴)→実施
ルール2 (天気=曇, 風力=弱, 気温=高)→実施
ルール3 (*)→中止

図2 ルールセット2

表2 気象条件の例(2)

ケース	天気	風力	気温
1	曇	?	?
2	晴	弱	低
3	曇	強	低
4	雨	強	低

表2のケース1ではルール1の条件部が成立しないので、「実施」となるためには、ルール2の条件部が成立する必要があります。ルール2の最初の条件は成立するので、2番目と3番目の条件が成り立てばよいわけです。つまり、【エ】はルール2の記述と同じ「風力=弱、気温=高」となります。

問1後半 結果を得るまでの効率を考える

次にルールの条件を調べる回数に着目しています。

ルールの条件を調べる回数を「手数^{てかず}」と呼ぶ。手数は結果を得るまでに調べた条件の数である。ただし、最後のルールの(*)は手数には含めない。例えば、表2のケース2にルールセット2を適用すると、ルール1の一つの条件を調べるだけで結果を得るので、手数を1回と数える。一方、表2のケース3では、ルール1の一つの条件とルール2の二つの条件を調べた時点で、ルール1とルール2がいずれも成立しないことがわかり、ルール3によって結果を得る。この場合、調べた条件は三つなので手数は3回になる。

情報の分野では、正しい解を求める方法が分かるだけでなく、その方法は効率が良いのか、悪いのかが興味の対象となります。それで、この手数のような指標を調べたくなるのです。

ルールセット2を用いて表2のケース4を調べる手数は 回となる。
また、ケース1の風力と気温の値が のとき、手数は 回である。

表2のケース4を調べる際、最初にルール1の条件「天気＝晴」を調べて、まず手数は1回です。次に、ルール2の最初の条件「天気＝曇」を調べて手数は2回となります。この条件も成立しないので、ルール3で結果を得ます。ルール3は手数には含めないで、【オ】は2となります。

次に【カ】ですが、【エ】の解答を反映させると、ケース1は「天気＝曇、風力

＝弱，気温＝高」です。まず，ルール1の条件「天気＝晴」を調べて手数は1回，次にルール2の3つの条件を調べて，結果を得るので手数は4回，つまり【力】は4です。ケース1はルール2で結果を得るので，【力】はルール1とルール2の条件の数の合計4となるという考え方で解くこともできます。

問2前半 具体的事例からルールセットを作る

さて，問2に進みます。問1ではルールセットを適用して結果を求めていましたが，問2では結果が分かっている事例からルールセットを作ります。

表3にはU高等学校の科学クラブが、ある実験を実施、または中止したときの気象条件が示されている。Aさんは天気の数によって場合分けをして、すべてのケースについて表3と同じ結果になるように図3のルールセット3を定義した。

表3 気象条件と結果の関係

ケース	天気	風力	気温	結果
a	晴	強	低	実施
0	晴	強	高	中止
1	晴	弱	低	中止
2	晴	弱	高	中止
b	曇	強	低	実施
3	曇	強	高	中止
4	曇	弱	低	実施
5	曇	弱	高	中止
6	雨	強	低	中止
7	雨	強	高	中止
8	雨	弱	低	実施
9	雨	弱	高	中止

ルール1 (天気=晴, 風力=強, 気温=低)→実施
 ルール2 (天気=曇, キ)→実施
 ルール3 (天気=雨, ク)→実施
 ルール4 (*)→中止

図3 ルールセット3

この問題の気象条件は、天気3通り、風力2通り、気温2通りなので、気象条件は全部で、 $3 \times 2 \times 2 = 12$ 通りあります。表3には12のケースがありますから、これで全部です。これらを正しく「実施」と「中止」に分類するルールセットを作ります。

図3のルールの結果の部分を見ると、ルール1からルール3で「実施」である条件を記述して、それらが成立しない場合は、ルール4で「中止」とすることが分かります。ルール1からルール3は天気条件が異なりますから、各ルールの天気の条件

が成立するケースについて正しく分類すればよいですね.

ルール1の天気の条件が成立するのはケースaからケース2で、これらの中で「実施」となるのはケースaのみです. ルール1の条件部はケースaの気象条件と同じになっていますね.

次にルール2の天気の条件が成立するのはケースbからケース5で、これらの中で「実施」となるのはケースbとケース4の2つがあります. ケースbとケース4は、風力が異なり、気温が同じですから、「天気=曇、気温=低」という条件部にすれば、ケースbとケース4の両方で条件は成立します. したがって、【キ】は「気温=低」です. ルール2は2つの具体的事例を一般化（抽象化）した表現であると捉えることができます. 抽象化も情報の大切な考え方の一つです.

ルール3の天気の条件が成立するのはケース6からケース9で、これらのうちケース8だけが「実施」ですので、ルール3の条件部はケース8の条件と同じになり、クは「風力=弱、気温=低」となります.

ここで、ルールセット3の手数を考えます.

ルールセット 3 を用いると、表 3 のケース a は、 回の手数で結果を得る。これは手数が最小のケースの一つであり、ケース a 以外に、ケース b とケース がある。

まず、ケース a はルール 1 で結果が求められるので、ルール 1 の条件部の数 3 がケース a の結果を得るための手数になります。つまり、【ケ】は 3 です。これは表 3 の各ケースを調べる際の手数の中で最小ということですが、そのことを確認するのはいいたん、止めておきましょう。問題を解くときにはそんな余裕はないかもしれません。

手数が 3 になるケースはケース a とケース b のほかにもう一つあるということです。ケース b はルール 1 の最初の条件とルール 2 の 2 つの条件の合計 3 つの条件を調べると、ルール 2 が成立することが分かり、「実施」という結果を得るので、確かに手数は 3 です。ルール 2 が成立するケースはもう一つありましたね。そう、ケース 4 です。つまり、【コ】は 4 となります。

では、手数 3 が最小かどうか、他のケースの手数も確認してみましょう。ケース 0 からケース 2 は、ルール 1 の 2 つ以上の条件を調べた後、ルール 2 とルール 3 の最初の条件を調べるので、手数は 4 以上となります。ケース 3 とケース 5 は、ルール 1 の最初の条件とルール 2 の 2 つの条件を調べた後、ルール 3 の最初の条件を調べて、ルール 4 で結果を得るので、手数は 4 です。ケース 6 からケース 9 は、ルール 1 の最初の

条件とルール2の最初の条件を調べた後、ルール3で2つ以上の条件を調べることになるので、手数は4以上です。確かに、手数3が最小ですね。

問2後半 ルールセットの違いによる効率の違いを考える

BさんはAさんとは違うルールセットを作ったようです。

Bさんは表3のデータを表4のように気温の値で分類して、図4のルールセット4を定義した。ルールセット4を用いると、すべてのケースについて表4と同じ結果を得る。

ルール1 (

サ

)→中止

ルール2 (気温=低, 天気=晴,

シ

)→中止

ルール3 (気温=低,

ス

)→中止

ルール4 (*)→実施

図4 ルールセット4

表4 気温の値で分類した気象条件と結果の関係

天気	風力	気温	結果
晴	強	高	中止
晴	弱	高	中止
曇	強	高	中止
曇	弱	高	中止
雨	強	高	中止
雨	弱	高	中止
晴	強	低	実施
晴	弱	低	中止
曇	強	低	実施
曇	弱	低	実施
雨	強	低	中止
雨	弱	低	実施

表4のように並べ替えると、「気温＝高」のときは「中止」となることが分かります。つまり、ルールセット4のルール1の条件部 サは「気温＝高」となります。「中止」となるケースは残り2つなので、ルール2とルール3がそれぞれのケースに

該当するのだなと見当がつきますね。ルール2は、「気温＝低，天気＝晴」で「中止」となるケースを表しているので，【シ】は「風力＝弱」です。また，ルール3は残ったもう一つのケースを表すので，【ス】は「天気＝雨，風力＝強」です（天気と風力の順番はどちらが先でもよいのですが，解答群にあるのはこれです）。

次にルールセット4の手数を考えます。

ルールセット4を用いるとき，手数（ステップ）の最小値は **セ** 回で， **ソ** 個のケースがこの手数で判定できる。一方，手数（ステップ）の最大値は **タ** 回であり，3個のケースが該当する。このように，ルールセットの作り方によって手数に違いが生じる。ルールセット4において，得られる結果を変えずに，手数（ステップ）の最大値をより小さくする方法は **チ**。

ルール1で「気温＝高」の条件を調べるだけで，結果を得るケースがあるので，手数（ステップ）の最小値【セ】は1回ですね。これに該当するのは表4の上半分の6個，つまり，【ソ】は6です。

一方の手数（ステップ）の最大値はどうでしょうか？ これは残りの手数を調べてしまうのが早そうですね。下の図に，表4の下6ケースについて手数（ステップ）の計算を赤字で記入しました。各ケースについて，ルール1の手数＋ルール2の手数＋ルール3の手数で求めています。

ルール1 (気温=高)→中止 ルール2 (気温=低, 天気=晴, 風力=弱)→中止 ルール3 (気温=低, 天気=雨, 風力=強)→中止 ルール4 (＊)→実施	晴	強	低	実施	1+3+2 = 6
	晴	弱	低	中止	1+3+0 = 4
	曇	強	低	実施	1+2+2 = 5
	曇	弱	低	実施	
	雨	強	低	中止	1+2+3 = 6
	雨	弱	低	実施	

最大の手数は6で、3つのケースが該当することが分かります。つまり、【夕】は6です。

最後に最大の手数をより小さくする方法が問われています。解答群は以下のとおりです。

チ

の解答群

①

ない

②

ルール1とルール2を入れ替えることである

③

ルール1とルール3を入れ替えることである

④

ルール2の“気温=低”と“天気=晴”の順序を入れ替えることである

⑤

ルール2とルール3から“気温=低”を削除することである

ルールの順番を入れ替えても、すべてのケースを調べる場合の最大の手数は変わらないですから、1と2は外れます。ルール内の条件の順序の入れ替えも、最大の手数には影響しませんので、3も違います。実際、ケースaの「天気=晴、風力=強、

気温＝低」は、選択肢の1から3のいずれを行っても手数は6で、最大の手数は変わりません。

選択肢の4はどうでしょうか？ ルールの最初の条件を削除すると、調べる条件が少なくなるので、最大の手数は小さくなりますね。ルールセット4をよく見ると、ルール1の条件「気温＝高」が成立しない場合は、必ず「気温＝低」になるので、ルール2とルール3では「気温＝低」を調べなくても結果は同じになります。つまり、【チ】は「ルール2とルール3から“気温＝低”を削除することである」です。

ただし、ルール2とルール3から“気温＝低”を削除すると、ルールセット内のルールの順番を入れ替えると、正しく分類できなくなる場合があるので、注意が必要です。

まとめ

いかがでしたか。「If-Thenルールを組み合わせたルールセット」を題材とした問題でしたが、結構、深いなあと思いませんでしたか。

1980年代の第2次AIブームでは「エキスパートシステム」が注目を集めました。専門家（エキスパート）から専門知識を獲得して専門家と同等な判断ができる知的なシステムを作ろうというものです。特にIf-Thenルールを使うものをプロダクシ

ョンシステムと呼びます。しかし、単純にルールを蓄積すればうまくいくというわけではなく、要は「ルールセット」という言語体系でのプログラミングなので、正しい結果を得るようにするためには、デバッグも必要です。結局、システム構築の労力は、通常の手続き型言語とあまり変わらないことから、エキスパートシステムは廃れていきました。

ただ、前にも述べたように、この問題で扱われているルールセットの考え方はさまざまな場面で使われています。どんな場面で使えるか、考えてみるのもよいでしょう。

(2022年11月30日受付)

(2023年1月20日note公開)

■渡辺博芳（正会員）

帝京大学理工学部・教授、帝京大学ラーニングテクノロジー開発室・室長を兼務。

情報教育、教育学習支援情報システム、教育学習における情報通信技術の活用などに興味を持つ。

情報処理学会ジュニア会員へのお誘い

小中高校生，高専生本科～専攻科1年，大学学部1～3年生の皆さんは，情報処理学会に無料で入会できます。会員になると有料記事の閲覧，情報処理を学べるさまざまなイベントにお得に参加できる等のメリットがあります。ぜひ，入会をご検討ください。入会は[こちら](#)から！