

# 2009 年度「コンパイラ」定期試験

2009-07-22

## 1 正則表現、有限オートマトン

1. アルファベット  $\{0, 1\}$  上の文字列のうち、途中に 000 を含まないものすべてからなる言語を表す正則表現を書け。(15 点)
2. アルファベット  $\{a, b, c\}$  上の正則表現  $(ab)^*(a | b | c)^+c$  に対応する言語を受理する有限オートマトンを書け。非決定性有限オートマトンであっても構わない。すなわち、状態から同じラベルの付いた遷移枝が 2 本以上出ていても構わない。(15 点)

## 2 文脈自由文法

以下に示す文脈自由文法について以下の間に答えよ。

$$S \rightarrow CAB | ABCS$$

$$A \rightarrow B | DB$$

$$B \rightarrow \epsilon | bB$$

$$C \rightarrow c$$

$$D \rightarrow d$$

1. 記号列  $bccdb$  に対する最左導出を示せ。(10 点)
2. 記号列  $cdbb$  に対する解析木を示せ。(10 点)
3. この文法中に現れる非終端記号について  $FIRST()$  と  $FOLLOW()$  の値を示し、この文法が  $LL(1)$  文法であるか判定せよ。(25 点)

(裏面に続く)

### 3 翻訳スキーム

以下に示す翻訳スキームについて以下の問に答えよ。

$$S \longrightarrow S_1 A \{S.v = S_1.v + A.v\}^{[1]}$$

$$S \longrightarrow A \{S.v = A.v\}^{[2]}$$

$$A \longrightarrow 0 \{A.v = 1\}^{[3]} \mid 1 \{A.v = 0\}^{[4]}$$

1. 記号列 0011 に対する意味動作付き解析木を示し、根節点の属性... の値を求めよ。意味動作そのものを書く代わりに、意味動作に付けてある番号を用いてよい。(15 点)
2. この翻訳スキームは何を求めるものか、説明せよ。(10 点)

## 2009年度「コンパイラ」定期試験解答例および講評

### 1. 正則表現、有限オートマトン

1. 解答例： $(\epsilon|0)(10|01|1)^*(\epsilon|0)$ ,  $1^*((\epsilon|0|00)1+)^*|(1+(\epsilon|0|00))^*1^*$

[採点基準] かなり惜しい解答をしていた若干名についてのみ部分点を5点出しました。それ以外は部分点はあ

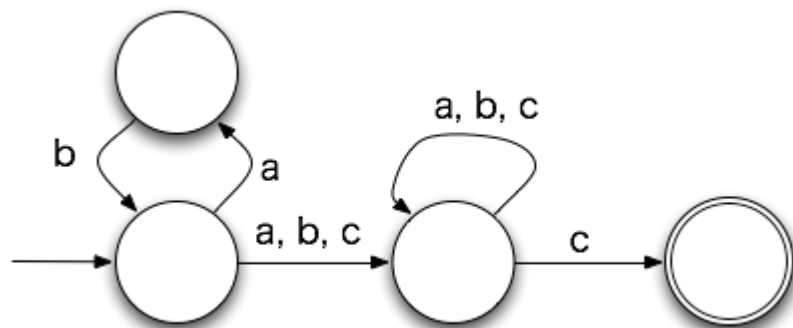
りません。  
[講評] 結果的には、今回の定期試験の最難問だったようです。正解を出したのは数人でした。上に挙げた解

答例の他に、次のような正解が見られました。

- $(0|00|\epsilon)(1(0|00|\epsilon))^*$
- $((1^*|0|00)1)^*(0|00|1^*)$
- $(0|00|\epsilon)(1+(0|00|\epsilon))^*$

解答は極めてバリエーションが多く、明確な傾向は見られません。また、どこが間違っているかも人によ

ってまちまちです。



[採点基準] "ab" というラベルを遷移枝に付けている場合は、他に間違いがなければ12点、他に軽微な間違い

があれば5点。そのほか、軽微な間違いが1つある場合は10点。  
[講評] 「採点基準」に書いた通り、「ab」というラベルを遷移枝に付けた答案が非常に多く見られました。講

義資料にも書きましたが、有限オートマトンの遷移枝にラベルとして付けられるのは記号1つです。文字列

(より一般的には正則表現)をラベルに許すような拡張は可能なのですが、厳密には、そのようなオートマ

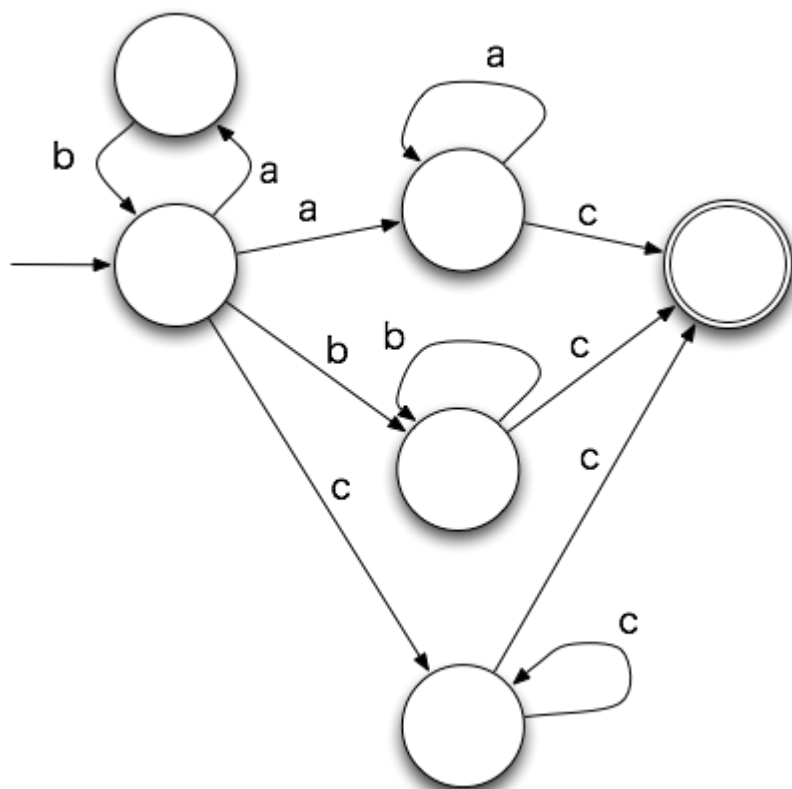
トンが正則表現と等価な表現能力を持つのか、証明をしなければなりません。今回の問題に関しては、解答

例のオートマトンと等価であることはほぼ自明なので、有限オートマトンの定義に反している、という誤り

に関する減点(-3点)に留めました。

そのほか、以下のような解答も多く見られました。これは  $(ab)^*(a+|b+|c+)c$  に対応するオートマトンであ

り、設問とは異なります。



## 2. 文脈自由文法

1.  $S \Rightarrow ABCS \Rightarrow \text{BBCS} \Rightarrow \text{BCS} \Rightarrow \text{bBCS} \Rightarrow \text{bCS} \Rightarrow \text{bcS} \Rightarrow \text{bcCAB} \Rightarrow \text{bccAB} \Rightarrow \text{bccDBB} \Rightarrow \text{bccdBB} \Rightarrow \text{bccdB} \Rightarrow \text{bccdbB} \Rightarrow \text{bccdb}$

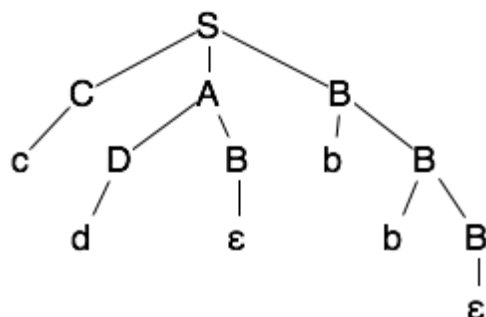
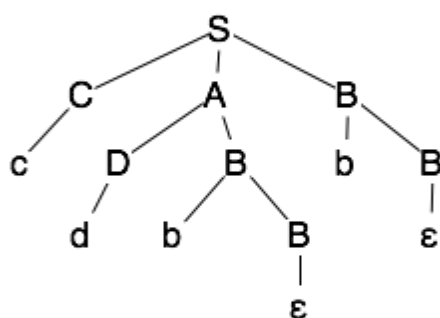
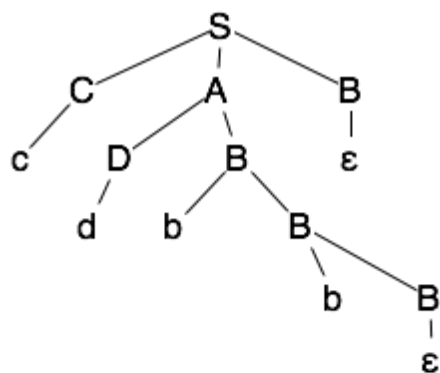
赤字の部分は次のようにしてもよい：  $\text{BBCS} \Rightarrow \text{bBBCS} \Rightarrow \text{bBCS}$

また青字の部分は次のようにしてもよい：  $\text{bccdBB} \Rightarrow \text{bccdbBB} \Rightarrow \text{bccdbB}$

[採点基準] 導出の複数ステップを断りなくまとめてしまっている場合は-3点。導出としては正しいが最左導出になっていない場合は-5点。別の文字列を正しく導出している場合は-5点。

[講評] 概ねできていましたが、「採点基準」に書いた通り、導出の複数ステップをまとめてしまっている答案が割とありました(例： $S \Rightarrow \text{BBCS}$ )。解答例にある通り省略せずに導出を書くか、どうしても省略したい場合は講義資料に書いた通り、 $\Rightarrow$ の上に\*を付けて0回以上の導出をまとめる必要があります。

2. 次の3通りの解析木が考えられます。どれでも正解です。



[採点基準] 軽微な誤りは -5点。

[講評] 1.からも分かる通り、この問題の文法は曖昧であり、同じ文字列に対して解析木が複数考えられることがあります。

3.

記号	FIRST	FOLLOW
S	{b, c, d}	{\$}
A	{b, d, ε}	{b, c, \$}
B	{b, ε}	{b, c, \$}
C	{c}	{b, c, d, \$}
D	{d}	{b, c, \$}

$\text{DIRECTOR}(S, CAB) = \text{FIRST}(CAB) = \{c\}$ ,  $\text{DIRECTOR}(S, ABCS) = \text{FIRST}(ABCS) = \{b, c, d\}$

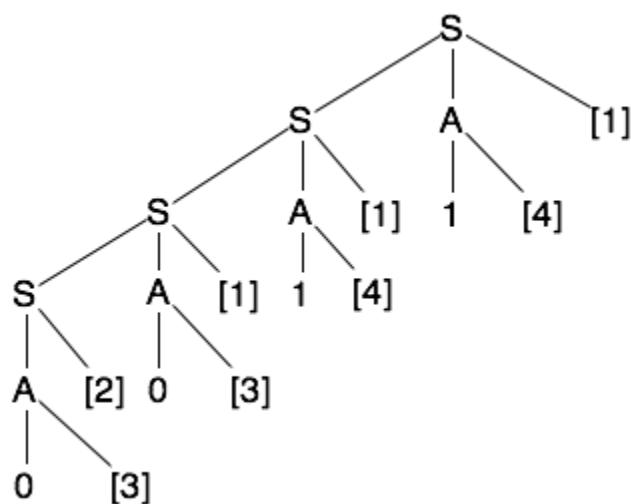
したがって  $\text{DIRECTOR}(S, CAB) \cap \text{DIRECTOR}(S, ABCS) \neq \emptyset$  であり、LL(1)文法ではない。

[採点基準] FIRST, FOLLOWそれぞれにつき2点 (×10=20点)。S, A, Bいずれか1つについて DIRECTOR が正しく計算できて4点。LL(1)文法でないことを述べて1点。

[講評] 必ず出題すると事前にアナウンスしていたこともあって、出来はよかったです。2でも述べた通り、この文法は曖昧なので、DIRECTORを計算するまでもなくこの文法はLL(1)文法ではないのですが、そのように示した答案はありませんでした。

### 3. 翻訳スキーム

1.



根節点の属性  $v$  の値は2。

2. アルファベット  $\{0, 1\}$  上の長さ2以上の文字列に対して、その中に含まれる0の文字数を求める翻訳スキーム。

[採点基準] 解析木中の意味動作の軽微な間違い (番号が誤っている、ケアレスミスで抜けている、など) について -5点。

[講評] [3][4]を逆にしている答案が散見されました。

小問2の解答例に述べた通り、この文法では  $\{0, 1\}$  からなる長さ2以上の文字列しか表せません。したがって、小問2の厳密な解答は上のようになりますが、「文字列中の0の個数を求める」ということが書かれていれば正解としました。