

8. Turing 機械入門(2)

8.3. チューリング機械のプログラム技法

- 基本テクニック

8.4. 基本チューリング機械の拡張

- 自然な拡張... 言語は変化しない

8.5. 制限されたチューリング機械

- 自然な制限... 言語は変化しない

8.6. チューリング機械とコンピュータ

- チューリング機械は**万能性**を持ち、通常のコンピュータと同じ**計算能力**を持つこと

プログラミングを容易にする

TMの扱いを容易にする

1/16

8.3. プログラミング技法

基本テクニック

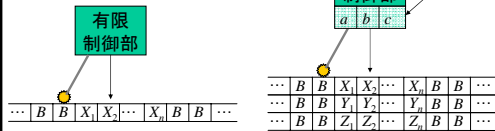
1. 状態に「記憶」する
2. テープのトラックを増やす
3. サブルーチン

2/16

8.3. プログラミング技法

基本テクニック

1. 状態に「記憶」する
2. テープのトラックを増やす



1. 入力長と無関係の「有限の値」を「状態」で覚える (q, a, b, c)と書けばよい

有限制御部
a b c

2. テープアルファベットを3つ組にする。(X_p, Y_p, Z_p)と書けばよい

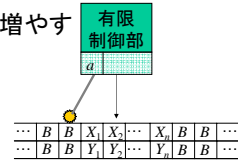
3/16

8.3. プログラミング技法

基本テクニック

1. 状態に「記憶」する
2. テープのトラックを増やす

例) 前回の回文なら...
1. 状態で0/1を記憶
2. テープのYにチェックを入れればXを消す必要はない



4/16

8.3. プログラミング技法

基本テクニック

3. サブルーチン(詳細は略)

- あるまとまった処理を行うTMプログラムを何度も再利用する方法...状態遷移図上でコピーを作って、埋め込む

5/16

8.4. 基本チューリング機械の拡張

自然な拡張... 言語としては変わらない

1. 多テープ TM
2. 非決定性 TM

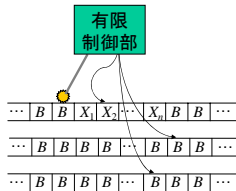
決定性: 遷移先は一意に決定
非決定性: 遷移先は複数存在。
どれか一つでも受理なら受理。

6/16

8.4.基本チューリング機械の拡張

自然な拡張...言語としては変わらない

1. 多テープ TM



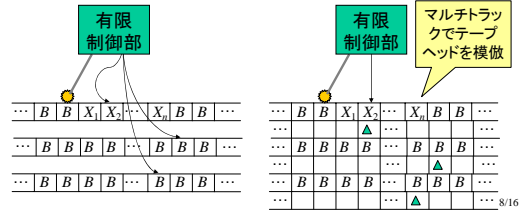
- ヘッドが各テープごとに独立に読み書き
- 入力テープ以外は最初はすべてB

7/16

8.4.基本チューリング機械の拡張

自然な拡張...言語としては変わらない

1. 多テープ TM を1テープ TM で模倣(概要)



8/16

8.4.基本チューリング機械の拡張

自然な拡張...言語としては変わらない

2. 非決定性 TM を決定性の TM で模倣(概要)

- 「次の状態」が複数ある
- 非決定性 TM:**
 - 一つでも受理状態にたどり着く遷移の列が存在すれば受理

決定性 TM による模倣:

- 複数の「次の状態」のどれを選んだか、別テープに記録しておく
- 可能な選択肢をすべて順番にチェックして、一つでも受理状態にたどり着く遷移の列が存在すれば受理

計算時間は爆発的に増加

9/16

8.5.制限されたチューリング機械

自然な制限...言語としては変わらない

1. 半無限テープを持つ TM

- 一方だけ無限長で、他方には「端」がある

2. テープの代わりに複数のスタックを持つ TM

- 2つのスタックを持てば十分!!

3. テープの代わりにカウンタを持つ TM(省略)

- カウンタ1つ=PDAと同じ能力=PDL
- カウンタを2つ持てば十分!!

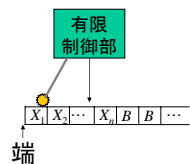
10/16

8.5.制限されたチューリング機械

自然な制限...言語としては変わらない

1. 半無限テープを持つ TM

- 一方だけ無限長で、他方には「端」がある



★言語を受理する能力は通常の TM と変わらない。

★通常のテープを持つ TM を模倣する能力がある。

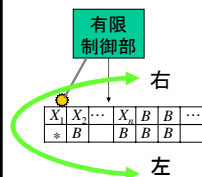
11/16

8.5.制限されたチューリング機械

自然な制限...言語としては変わらない

1. 半無限テープを持つ TM

- 一方だけ無限長で、他方には「端」がある



★通常のテープを持つ TM を模倣する能力がある。

⇒テープを2トラックと見なして、通常のテープを折りたたんで模倣する。

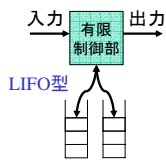
12/16

8.5. 制限されたチューリング機械

自然な制限...言語としては変わらない

2. テープの代わりに複数のスタックを持つ TM

- 1つのスタック...PDA
- 2つのスタック...TMと同性能



通常の TM の計算を
2スタックで模倣できる

13/16

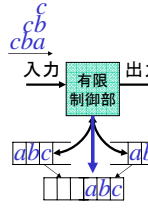
8.5. 制限されたチューリング機械

自然な制限...言語としては変わらない

2. テープの代わりに2つのスタックを持つ TM

通常の TM の模倣方法(概要):

1. 入力データをすべてスタック1につむ (入力が逆順に並ぶ)
2. スタック2にコピー (入力が正順に並ぶ)
3. 二つのスタックを仮想的につないで一つのテープと見なす

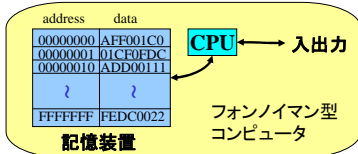


14/16

8.6. Turing 機械とコンピュータ

➤ チューリング機械は**万能性**を持ち、通常のコンピュータと同じ**計算能力**を持つこと

‘通常のコンピュータ’ ⇔ 相互に模倣可能 ⇒ Turing機械



★Turing機械
そのもので
Turing機械を
模倣すること
もできる。

万能Turing機械: 与えられた TM のコードを実行(模倣)するTM

15/16

8. Turing 機械入門(2) 演習問題(11)

[問題] 次の言語 L を受理するチューリングマシンを示せ。

$$L = \{ ab^n c^m d^n e \mid n \geq 0 \}$$

[解説] アルファベットは $\{a, b, c, d, e\}$ であり、例えば $abbcddde$ は言語 L に属する。簡単のため、入力は必ず $ab^*c^*d^*e$ の形をしていると仮定する。チューリングマシンの記述は状態遷移図形式で書くこと。受理しない入力の行き先指定は省略してよい。またそのチューリングマシンが L を受理することの証明は不要。ちなみにこの言語 L も CFL には入らない。

[Hint] a と e を「端」として利用して、 b, c, d を B で置き換えていくとよい。

16/16