



## 計算の理論 II

- 講義内容説明と  
基本事項確認 -

月曜4校時  
大月美佳

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

1

## 本講義の目的

- ◆ 前期講義に基づき、計算機のモデル化(理論計算機科学)に重要な概念の学習を更に進める。
  - 文脈自由文法
  - チューリング機械
  - 計算量
  - 帰納的関数と計算可能性

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

2

## 教科書

### 教科書

特に指定しない

以下の本に基づく

- 「オートマトンと計算可能性」情報処理シリーズ9 (倍風館) 有川 節夫・宮野 悟
- 「計算論への入門」(ピアソン・エデュケーション) E. キンパー、C. スミス ISBN4-89471-437-X

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

3

## 参考書

1. 「オートマトン 言語理論 計算論 I [第2版]」(サイエンス社) J. ホップクロフト、J. ウルマン ¥2600
2. 「計算理論の基礎」(共立出版) M. Sipser ¥7500
3. 「言語理論とオートマトン」(サイエンス社) J. ホップクロフト、J. ウルマン
4. 「計算論とオートマトン理論」Information & Computing (28) (サイエンス社) A. サローマ
5. 「オートマトン言語理論計算論II [第2版]」(サイエンス社) J. ホップクロフト、J. ウルマン ¥2600

その他

<http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/lecture/automaton/>

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

4

## 本講義の評価方法

- ◆ 出席 (MAX 20点)
  - 出席率2/3以下(8回以下)は放棄とみなす
  - 遅刻は20分まで
- ◆ レポート(MAX 30点)
  - 小×1 10点配点
  - 大×1 20点配点
- ◆ 定期試験 (MAX 50点)

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

5

## JABEE要件

### 対応項目

(C)コンピュータサイエンスを理解し、それを応用する能力を育成する。

小区分: 計算の理論, 情報理論

(3) チューリングマシン/オートマトン, 言語クラス, 文法の相互関係を理解している。

小区分: アルゴリズムとデータ構造

(1) Big O 記法を用いて, アルゴリズムの計算量および記憶量を評価できる。

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

6

## 目標

以下の問いに答えられるようになる

以下のアルゴリズムが、領域 $O(\log_2 n)$ になることを示せ  
入力列 $x_1 \dots x_n \# y_1 \dots y_m$  が与えられたとき、

まずカウンタを初期化する:  $C1 \leftarrow 1; C2 \leftarrow 1;$

1: 入力ヘッドを $x_1 \dots x_n \#$ の $C1$ 番目に持っていく、  
その記号 $A$ を記憶する;

入力ヘッドを $\#$ まで右に動かし、 $y_1 \dots y_m$ の $C2$ 番  
目

に持っていく、その記号 $B$ を記憶する;

if  $A=B$  then  $C1 \leftarrow C1+1; C2 \leftarrow C2+1$ ; goto 1

else if  $A=\#$  and  $B=\$$  then accept else reject

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

7

## 講義スケジュール(予定) 1

回数	日付	内容
1	10/06	講義内容説明と基本事項確認
休み	10/13	休日
2	10/21	帰納的関数1
3	10/28	帰納的関数2
休み	11/03	小レポートあり
4	11/10	帰納的関数3
5	11/17	チューリング機械

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

8

## 講義スケジュール(予定) 2

回数	日付	内容
休み	11/24	休日
6	12/01	チューリング機械の合成
7	12/08	チューリング機械と帰納的関数
8	12/15	計算可能と万能チューリング機械
9	12/22	多テープチューリング機械
冬休み		(12/25 ~ 01/07)大レポートあり
休み	01/12	休日

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

9

## 講義スケジュール(予定) 3

回数	日付	内容
10	01/19	計算量の基本
11	01/21	(補講)領域と時間の圧縮関係
12	01/22	(補講)言語のクラス
13	01/26	NP完全性とPSPACE完全性
14	02/02	おわりに
試験	02/09	後期試験

1/26はもしかすると休講かも(補講日未定)

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

10

## 定期試験

- ◆ 試験期間  
02/03 ~ 02/09 試験日: 02/09
- ◆ 再試について  
特に行う予定はない

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

11

## 質問などの受付

- ◆ 教官室  
7号館2階207号室(内線: 8858)
- ◆ 電子メール  
[mika@is.saga-u.ac.jp](mailto:mika@is.saga-u.ac.jp)
- ◆ WWW掲示板  
「計算の理論I及びII 質問掲示板」  
<http://www.cs.is.saga-u.ac.jp/lecture/automaton/sylpheed/>
- ◆ レポート提出  
レポートボックス9番を使用中

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

12

## 記号・記号列

- ◆ 記号  
(例) a, b, c, ..., 1, 2, ...
- ◆ 記号列 (string) = 語(word)  
:=記号を有限個並べてできる列  
(例) abc, cba, a1, 2c
- ◆  $|w|$   
:=記号列 $w$ の長さ (length)  
(例) abcbの長さ =  $|abcb| = 4$
- ◆ 空列 =  
:=長さが0( $| = 0$ )の記号列

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

13

## 記号列の接続

- ◆ 接続(concatenation)  
:=2つの記号列をつなぐ演算  
(例) dogとhouseの接続 = doghouse
- ◆ 演算記号  
なし(または $\cdot$ )  
記号列 $w$ と $x$ の接続 =  $wx$  (または $w \cdot x$ )
- ◆ 単位元 =  
 $w = w \quad = w$

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

14

## アルファベットと言語

- ◆ アルファベット(alphabet):  $\Sigma$  で表す  
:=空ではない記号の有限集合  
(例)  $\{q, z, 1\} \{0\}$   
( $\times$ ) 空集合、無限個の記号の集合
- ◆ 言語(language, formal language)  
アルファベットに属する記号からなる列の集合  
(例) 空集合、 $\{ \}$   
\*: アルファベット  $\Sigma$  上の記号全体  
 $\Sigma^+ = \Sigma^* - \{ \epsilon \}$

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

15

## 言語

言語 $L \subseteq \Sigma^*$ に対して、

$$L^0 = \{ \epsilon \}$$

$$L^n = L^{n-1} \cdot L \quad (n \geq 1)$$

$$L \text{の閉包} : L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$$

$$\text{また、} L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$$

2003/10/6

佐賀大学理工学部知能情報システム学科

16

## 帰納法

- ◆ 各種証明に使用
- ◆ 手順

1. 基底(basis)

$P(i)$ を示す。ここで $i$ は値域の加減。

2. 帰納的ステップ

$P(n)$ を仮定したとき $P(n+1)$ となることを示す。

帰納法の仮定

ただし、 $n \geq i$

## ミニテスト

- ◆ 基本事項の確認のため
  - 使用する概念の統一
- ◆ 履修届と一緒に提出して帰ること
  - 受けない人は受けずに帰ってよい
  - 解答は前にあるので取って帰ること