プログラミング応用
http://bit.ly/kosen02

Week9@後期
2016/11/24

- 12/8(木)は米国出張のため休講

本日の内容

- 講義：
  - オートマトンと状態遷移図、正規表現
  - オートマトンのいろいろな例
  - C言語による実装方法
- 演習：
  - 状態遷移図からC言語プログラムを作る
  - 正規表現からC言語プログラムを作る

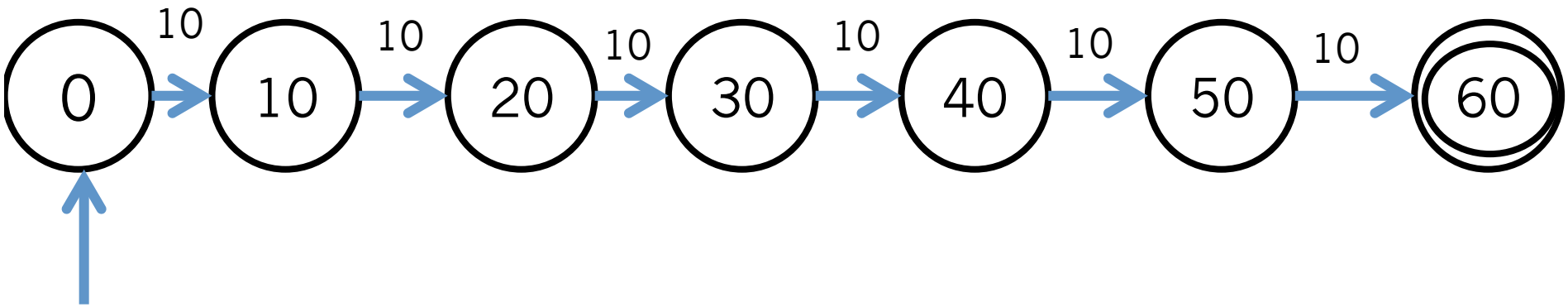
自動販売機の例

- オートマトンとはなにか？という問いの前に。。。

- 旧式の自動販売機を考える
  - 1本60円のジュースを売る
  - 10円玉もしくは50円玉のみを受け付ける
  - 60円に達したらジュースを出して終了

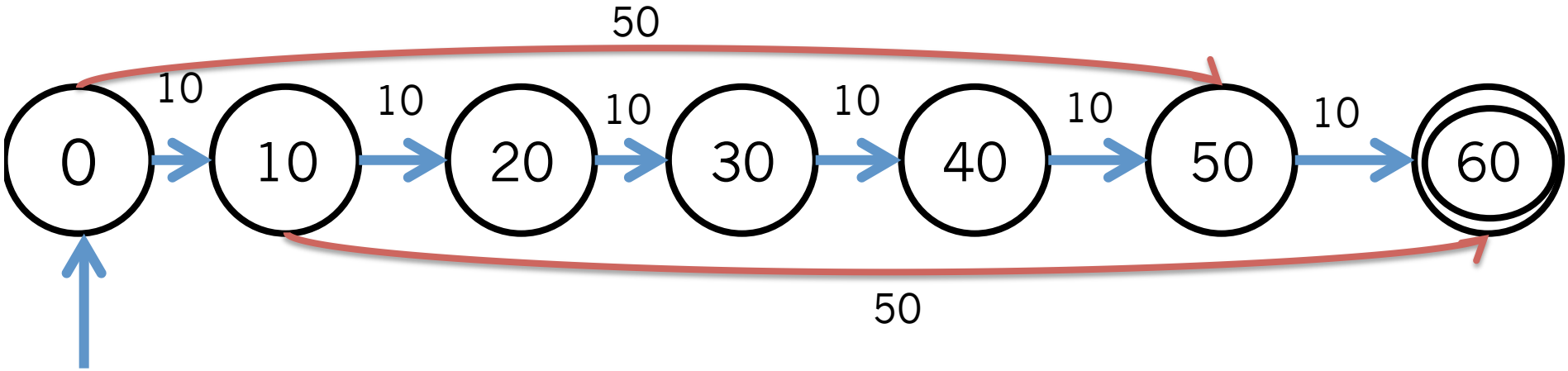
10円玉だけの場合。。。

- 0からはじまり、10円玉を投入する度に次の状態に遷移していく



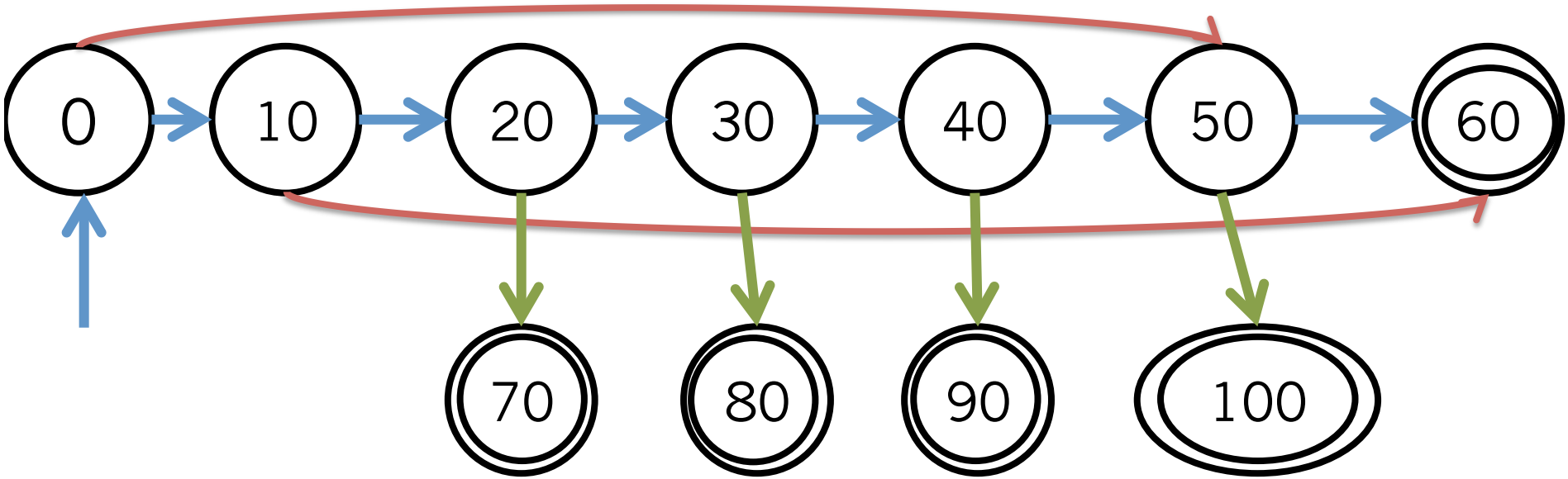
10円玉+50円玉だけの場合。。。

- 0と10、50からの遷移を追加
  これで十分？



10円玉+50円玉だけの場合。。。

- 20, 30, 40, 50から50円を入れたときも
  ジュースを出して終了

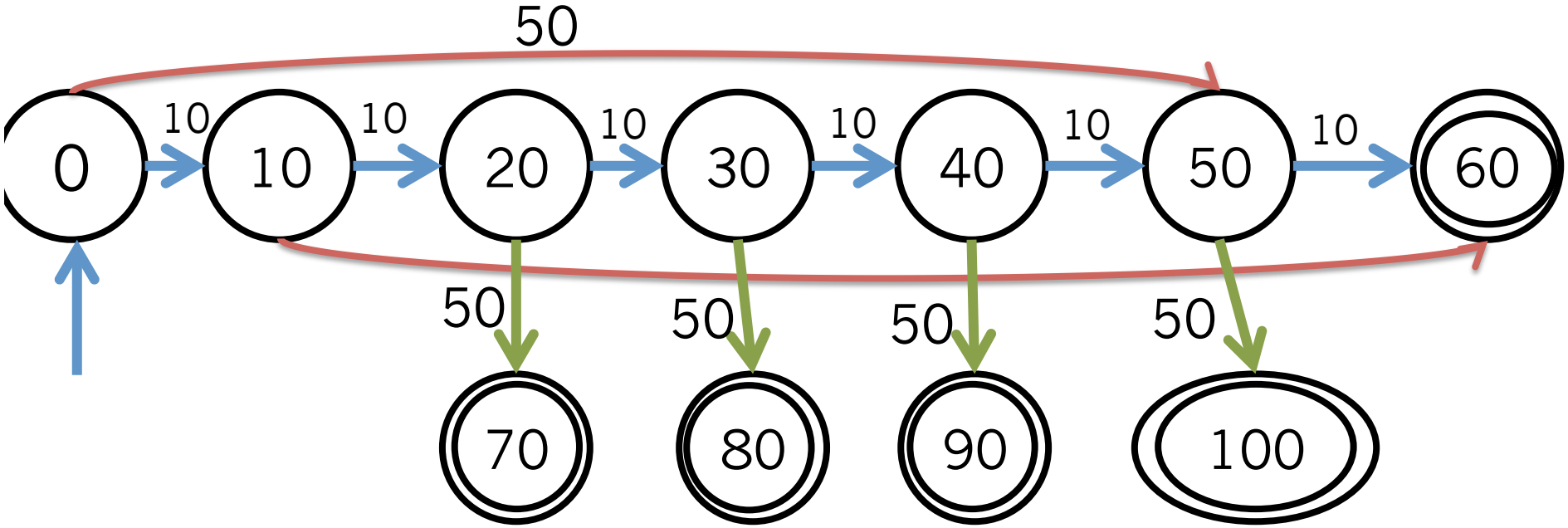


オートマトンとは？

- オートマトン
  - 状態と状態間の遷移を表現したモデル
  - 自販機の例ならば入っているお金の合計が状態、投入するコイン(10 or 50)が遷移
- 決定性有限オートマトン
  - 状態の数が有限個(有限)
  - 遷移先が一意に決まる(決定性)

オートマトンの「受理」

- 入力を先頭から読み込み、末尾まで
  到達したときに終了状態に居れば「受理」
  入力が10円玉＋50円玉：受理
  入力が10円玉＋10円玉：受理しない

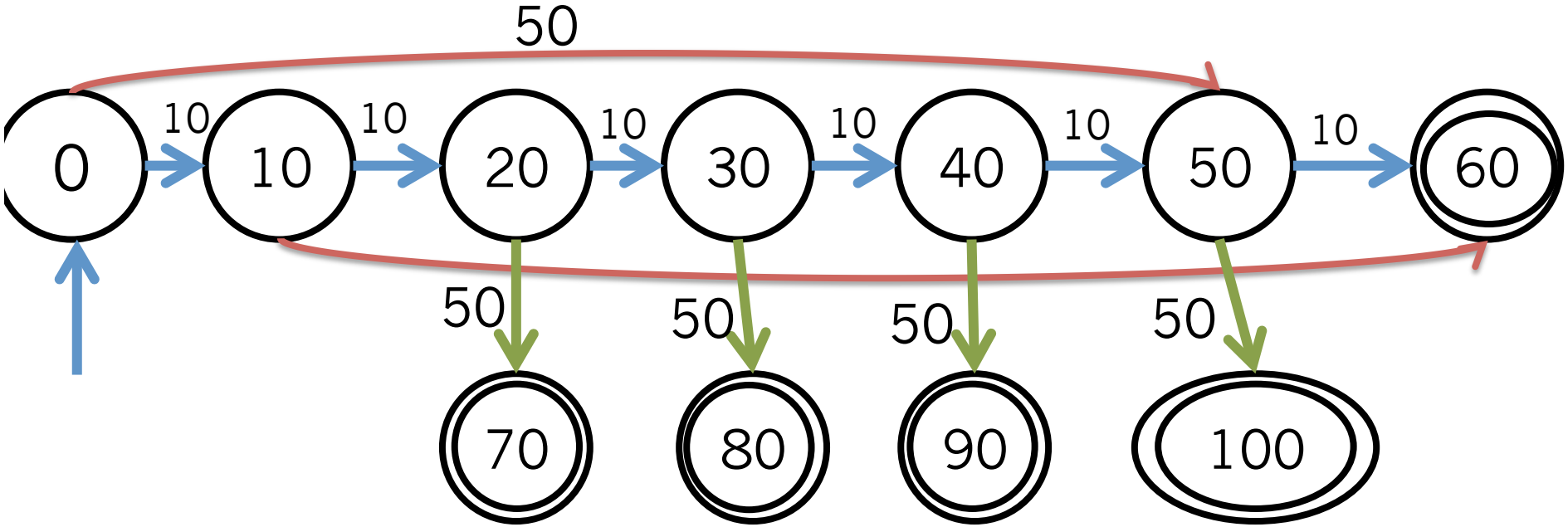


オートマトンの表現方法

1. 状態遷移図
2. 形式的定義
3. 正規表現

1. 状態遷移図でオートマトンを表現

- オートマトンの状態と遷移をグラフで表現
  - ノードは状態を表現
    - 初期状態には入り矢印をつける。終了状態は二重丸。
  - 辺：遷移先を表現



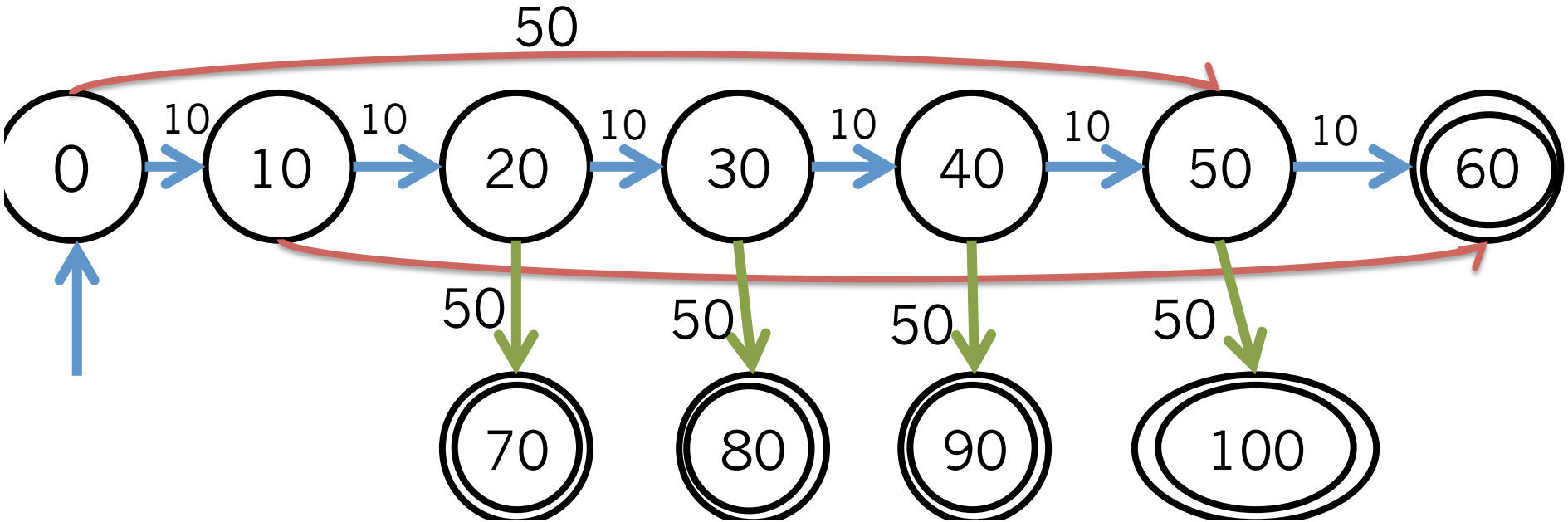
2. 形式的定義でオートマトンを表現

- 形式的定義の5要素
  1. K：(状態集合)
  2. Σ：アルファベット(入力として受け付ける記号)
  3. q_0: 初期状態
  4. δ：状態遷移
  5. F：終了状態

自動販売機の形式的定義

例) 自動販売機の場合

1. K = {0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, ..., 100}
2. Σ = {10, 50}
3. q0 = 0
4. δ = {f(0, 10)=10, f(0, 50)=50, f(10, 10)=20, f(10, 50)=60, ..., f(50, 50)=100}
5. F = {60, 70, 80, 90, 100}



3. 正規表現によるオートマトンの表現

- 正規表現を用いて記述することも出来る
  - 正規表現の例
    (+は「または」、*は0回以上の連続を表す)

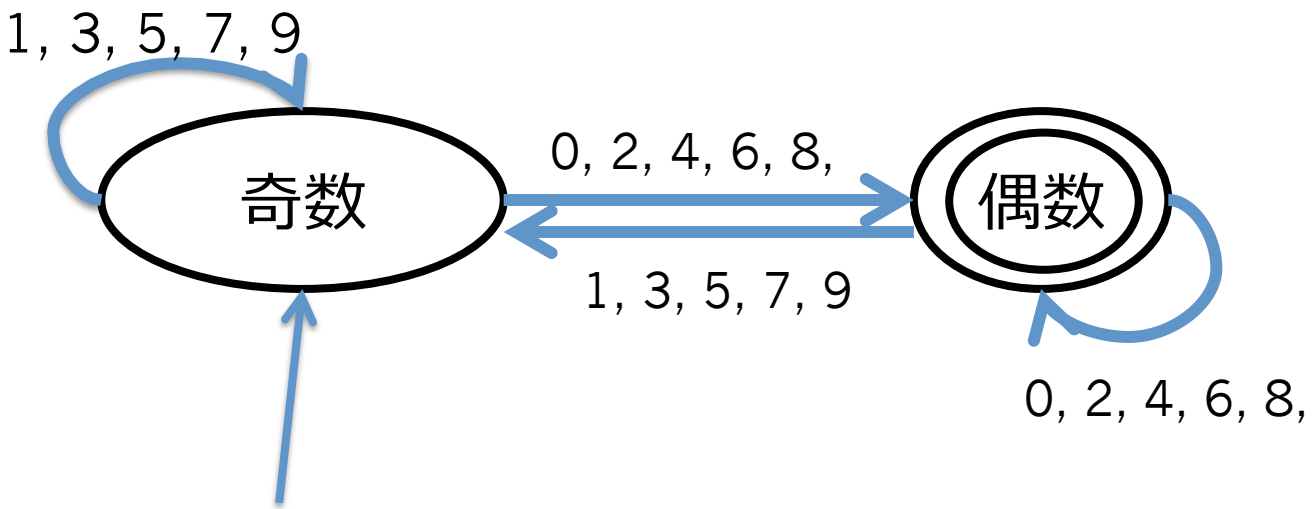
    (0+1)*5

    この正規表現は「0もしくは1が0回以上連続し、
    最後が5で終わる数字列」を受理する

    0005：受理
    0105：受理
    405：受理しない

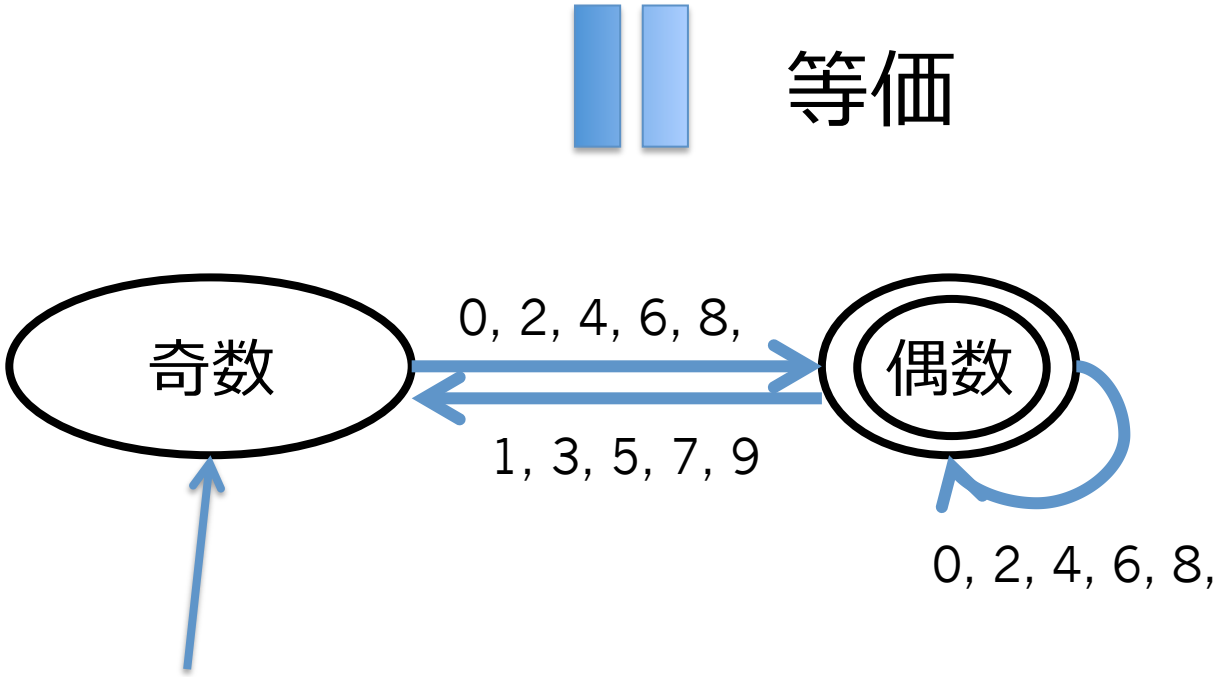
例1－1) 偶数を受理する状態遷移図

- 入力を先頭から読み込み末尾の数値が偶数ならば受理
  - 「124」を入力すると、
    開始状態(奇数)→1(奇数のまま)→
    2(偶数に遷移)→4（偶数状態で終了=受理）



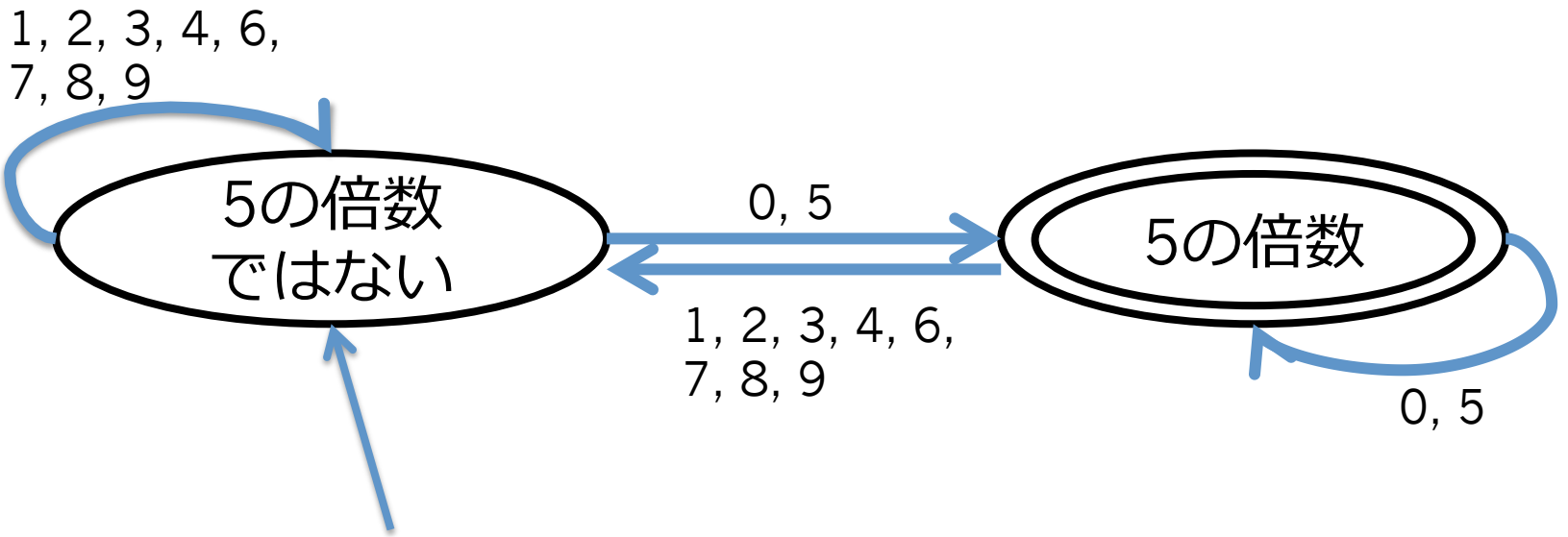
例1－2) 偶数を受理する正規表現

(0+1+2+3+4+5+6+7+8+9)*(0+2+4+6+8)



例2−1) 5の倍数を受理する状態遷移図

- 5の倍数は末尾が0もしくは5
- 入力を先頭から読み込み末尾の数値が0, 5ならば受理



例2) 5の倍数を受理する正規表現

(1+2+3+4+5+6+7+8+9)*(0+5)

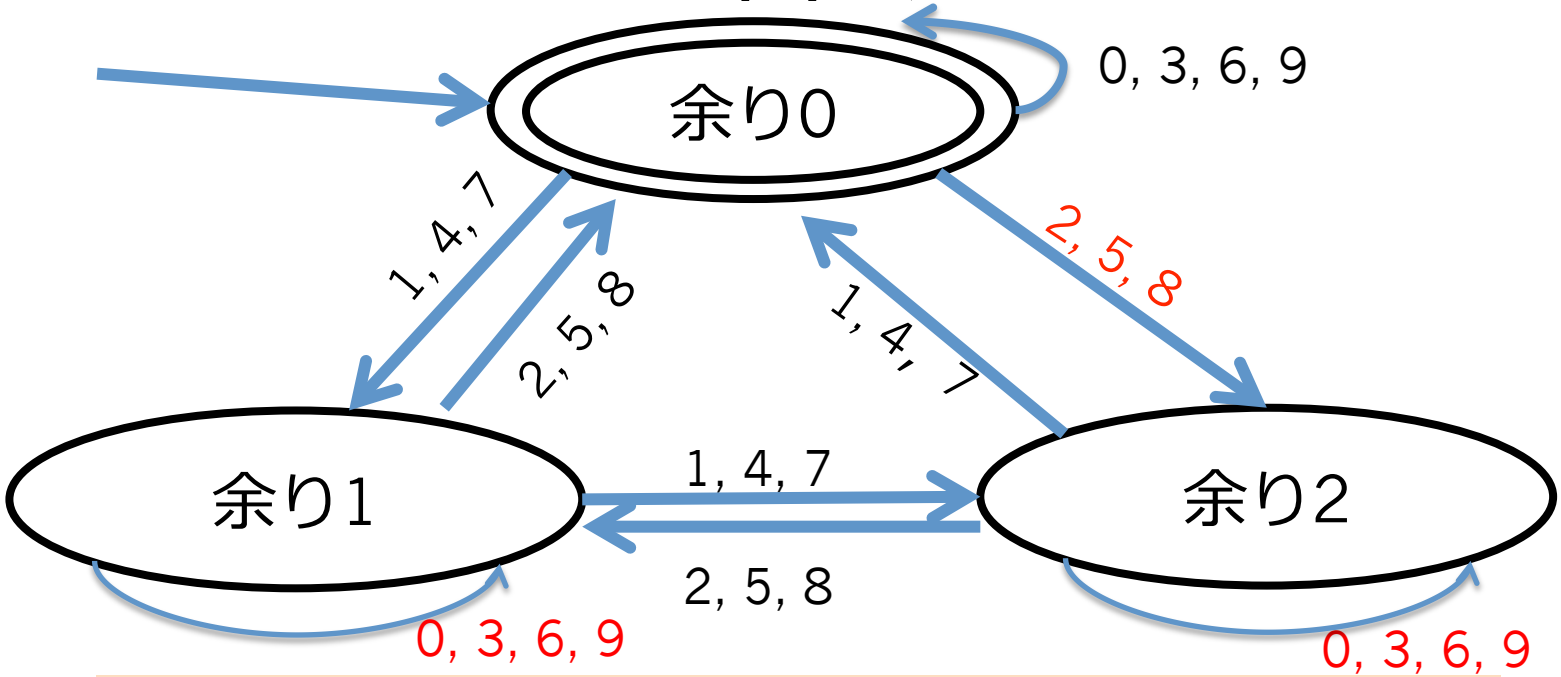
1から9までの数が0回以上連続して、最後は0か5で終わる

例3) 3の倍数を受理するオートマトン

- 3の倍数を受理するオートマトンは？
  - 末尾が3で割り切れるか判定すれば十分？
    No! → 13は3の倍数ではない

- 3の倍数＝各位の数字の和が3の倍数
  - 123: 1 + 2 + 3 = 6(3の倍数)
    124: 1 + 2 + 4 = 7(3の倍数ではない)

例3) 3の倍数を受理するオートマトン
※switch文のそれぞれのcaseにbreakを書く

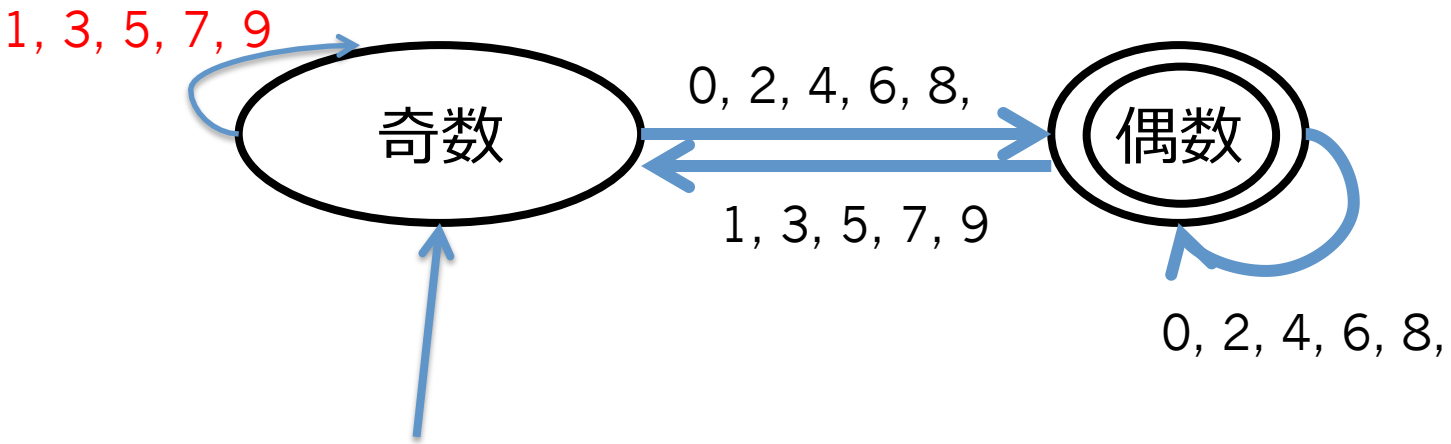


「123」を入力した場合：
1を3で割ると余り1なので余り1に遷移
（1＋2）を3で割ると余り0なので余り0に遷移
（0＋3）を3で割ると余り0なので遷移せず。
終了状態なので123は受理

本日の内容

- 講義：
  - オートマトンと状態遷移図、正規表現
  - オートマトンのいろいろな例
  - C言語による実装方法
- 演習：
  - 状態遷移図からC言語プログラムを作る
  - 正規表現からC言語プログラムを作る

C言語によるオートマトンの実装



必要な処理の流れ

1. 必要な変数を宣言
(ユーザからの入力を代入する変数、現在の状態を管理する変数)
2. 文字列を入力させる
3. while文で先頭から1文字ずつ読み込みながら
switch文で状態を遷移させる
4. すべて読み込み終わったときに終了状態に居れば受理

1. 2.変数宣言

```
// 1. 必要な変数を定義
char input[100]; // 入力を読み込む
int i=0; // カウンタ変数
//// 状態を管理する変数(0: 奇数、1：偶数)
int current_state=0; // 現在の状態
int fin_state=1; // 終了状態(1:偶数)
// 2. キーボードから文字列を読み込み
printf("数字を入力してください。\n");
scanf("%s", input);
```

3. 状態遷移

```
16  // 3. 先頭から順に読み込みながら状態遷移
17  while(input[i]!='\0') {
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28          while文の中に遷移する処理を書く
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38                                                          ;
39      i++;
40  }
```

3. 状態遷移

```
16  // 3. 先頭から順に読み込みながら状態遷移
17  while(input[i]!='\0') {
18    switch(current_state) {
19      case 0: // 現在の状態が0（奇数）の場合
20        // 次の遷移先状態を代入
21        if(input[i]=='0' || input[i]=='2' ||
22            input[i]=='4' ||  input[i] == '6' ||
23            input[i] == '8') {
24          current_state=0;
25        } else {
26          current_state=1;
27        }
28      case 1: // 現在の状態が1(偶数)の場合
29        // 次の遷移先状態を代入
30        if(input[i]=='1' || input[i]=='3' ||
31            input[i]=='5' || input[i]=='7' ||
32            input[i]=='9') {
33          current_state = 0;
34        } else {
35          current_state = 1;
36        }
37    }
38    printf("読み込んだ数値：%c  遷移先：%d\n", input[i], current_state);
39    i++;
40  }
```

修正！

current_state = 1;

修正！

current_state = 0;

4.終了状態にいるか判定

```
42    // 終了状態にいるか判定
43    if(current_state==fin_state) {
44      printf("受理する\n");
45    } else {
46      printf("受理しない\n");
47    }
48
49    return 0;
```

演習0

- 今回の演習では、状態遷移図、正規表現、C言語による実装を扱います。
- C言語プログラム以外は提出不要です

演習1

- 偶数を受理する状態遷移図、正規表現、C言語プログラムを、講義資料を見ながら書いて理解しなさい。

演習2

- 3の倍数を受理するC言語プログラムを講義資料の状態遷移図を参考にbaisu3.cというファイル名で作成しなさい
- なお、current_stateやfin_stateに設定する値は以下のようにすること
  余り0の状態：current_state = 0;
  余り1の状態：current_state = 1;
  余り2の状態：current_state = 2;

演習3

- 4の倍数を受理するオートマトンの
  状態遷移図を記述しなさい

※ヒント：余り0から余り3を状態にする
※C言語プログラムは長くなるので
　時間がある人だけでok
※正規表現は長くなるので不要です

次回

- 次回は遷移先が一意に決まらない
  非決定性オートマトンを扱います