Melhores momentos

AULA 6

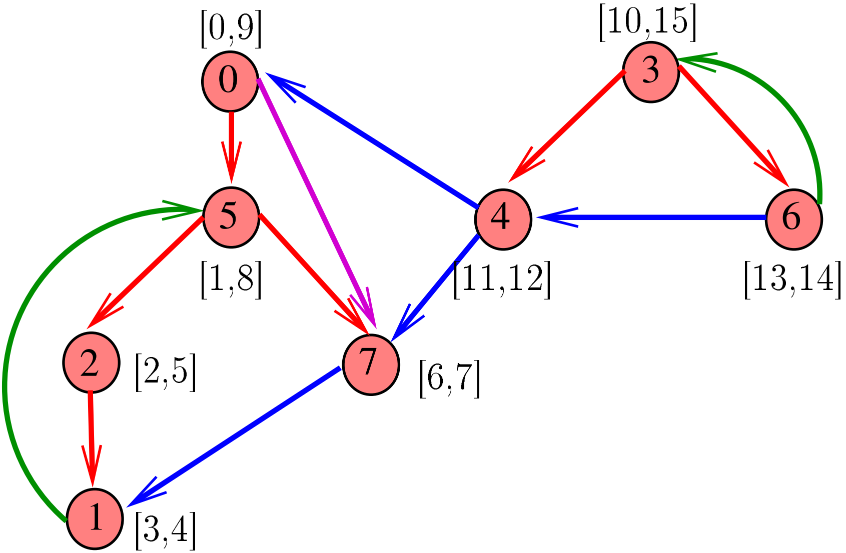
Busca DFS (CLRS)

Vamos supor que nossos digrafos têm no máximo `maxV` vértices

```
#define maxV 10000
static int time, parnt[maxV], d[maxV],f[maxV];
```

`DIGRAPHdfs` visita todos os vértices e arcos do digrafo `G`.
A função registra em `d[v]` o 'momento' em que `v` foi descoberto e em `f[v]` o momento em que ele foi completamente examinado

Busca DFS (CLRS)



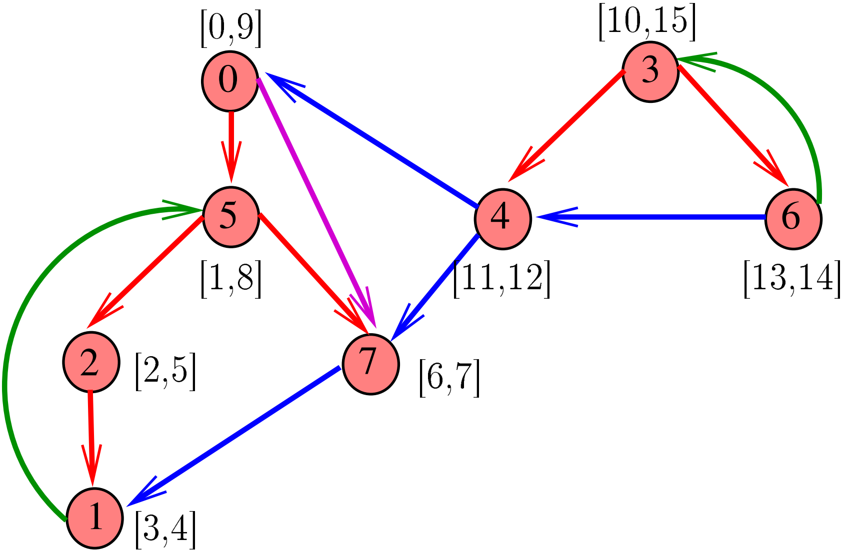
DIGRAPHdfs

```
void DIGRAPHdfs (Digraph G) {
    Vertex v;
    time = 0;
    for (v = 0; v < G->V; v++) {
        d[v] = f[v] = -1;
        parnt[v] = -1;
    }
    for (v= 0; v < G->V; v++)
        if (d[v] == -1) {
            parnt[v] = v;
            dfsR(G, v),
        }
}
```

dfsR

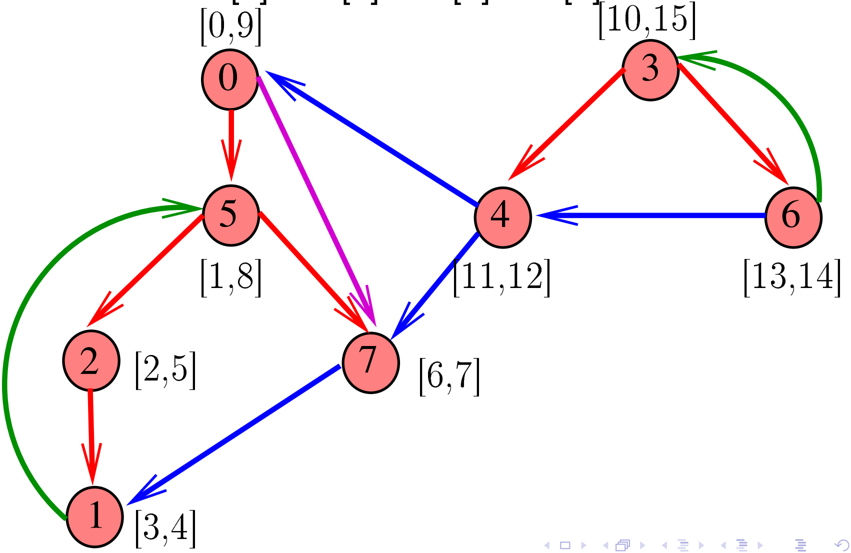
```
void dfsR (Digraph G, Vertex v) {
    link p;
    Vertex w;
    d[v] = time++;
    for (p = G->adj[v]; p != NULL; p= p->next)
        w = p->w;
        if (d[w] == -1) {
            parnt[w] = v;
            dfsR(G, w);
        }
    f[v] = time++;
}
```

Classificação dos arcos



Arcos de arborescência ou descendentes

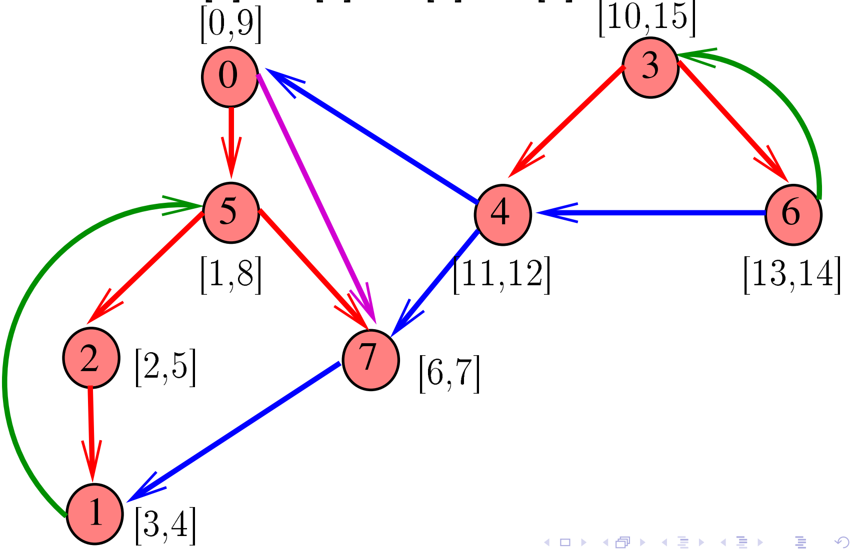
v-w é **arco de arborescência** ou **descendente** se e somente se $d[v] < d[w] < f[w] < f[v]$



Arcos de retorno

v-w é **arco de retorno** se e somente se

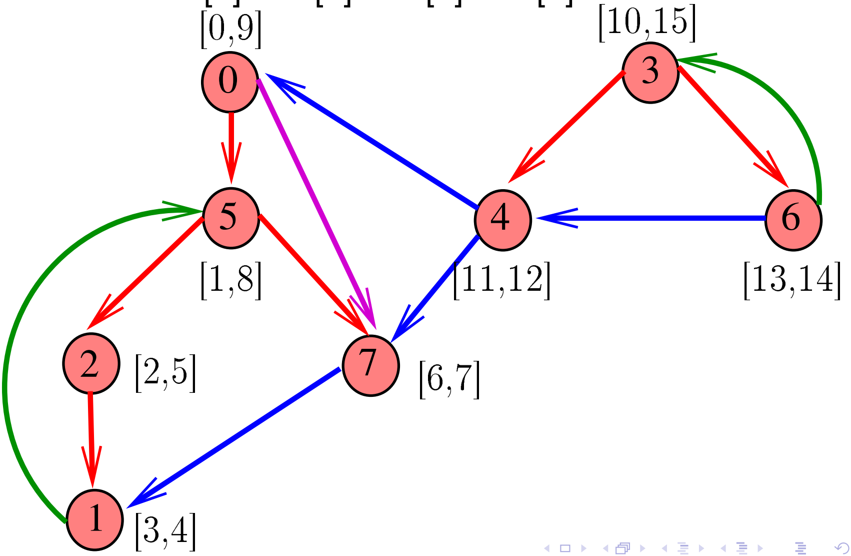
$$d[w] < d[v] < f[v] < f[w]$$



Arcos cruzados

`v`-`w` é arco **cruzado** se e somente se

$$\mathtt{d}[\mathtt{w}] < \mathtt{f}[\mathtt{w}] < \mathtt{d}[\mathtt{v}] < \mathtt{f}[\mathtt{v}]$$



Conclusões

v-w é:

- **arco de arborescência** se e somente se
  $d[v] < d[w] < f[w] < f[v]$ e $parnt[w] = v$;
- **arco descendente** se e somente se
  $d[v] < d[w] < f[w] < f[v]$ e $parnt[w] \neq v$;
- **arco de retorno** se e somente se
  $d[w] < d[v] < f[v] < f[w]$;
- **arco cruzado** se e somente se
  $d[w] < f[w] < d[v] < f[v]$;

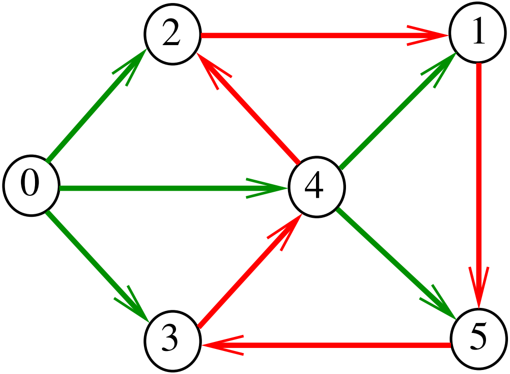
AULA 7

Ciclos em digrafos

Ciclos

Um **ciclo** num digrafo é qualquer seqüência da forma $\mathtt{v}_0$–$\mathtt{v}_1$–$\mathtt{v}_2$–…–$\mathtt{v}_{k-1}$–$\mathtt{v}_p$, onde $\mathtt{v}_{k-1}$-$\mathtt{v}_k$ é um arco para $k = 1, \ldots, p$ e $\mathtt{v}_0 = \mathtt{v}_p$.

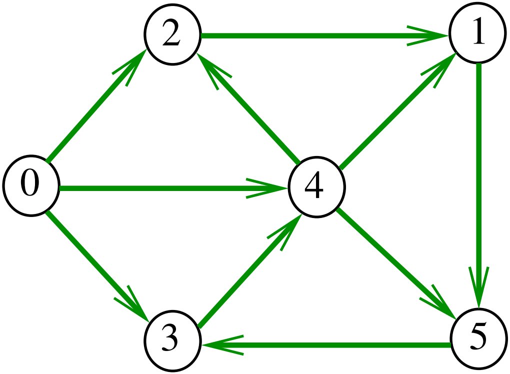
Exemplo: 2-1-5-3-4-2 é um ciclo



Procurando um ciclo

Problema: decidir se dado digrafo `G` possui um ciclo

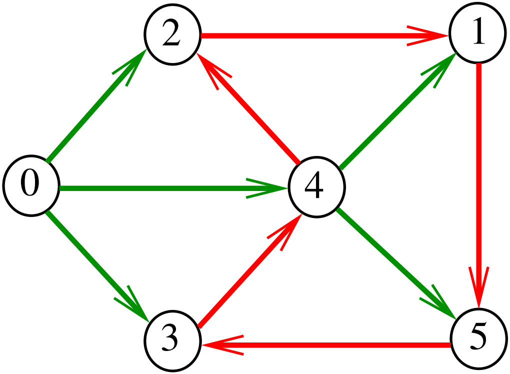
Exemplo: para o grafo a seguir a resposta é **SIM**



Procurando um ciclo

Problema: decidir se dado digrafo G possui um ciclo

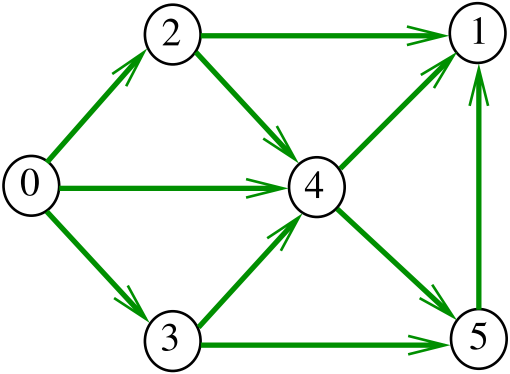
Exemplo: para o grafo a seguir a resposta é **SIM**



Procurando um ciclo

Problema: decidir se dado digrafo `G` possui um ciclo

Exemplo: para o grafo a seguir a resposta é **NÃO**



DIGRAPHcycle1

Recebe um digrafo `G` e devolve **1** se existe um ciclo em `G` e devolve **0** em caso contrário
Supõe que o digrafo tem no máximo `maxV` vértices.

```
int DIGRAPHcycle1 (Digraph G);
```

Primeiro algoritmo

```
int DIGRAPHcycle1 (Digraph G) {
    Vertex v;
    link p;
    int output;
    for (v = 0; v < G->V; v++)
        for (p=G->adj[v];p!= NULL;p=p->next)
        {
            output = DIGRAPHpath(G, p->w, v);
            if (output == 1) return 1;
        }
    return 0;
}
```

Consumo de tempo

O consumo de tempo da função `DIGRAPHcycle1` é `A` vezes o consumo de tempo da função `DIGRAPHpath`.

O consumo de tempo da função `DIGRAPHcycle1` para vetor de listas de adjacência é $\mathrm{O}(\mathtt{A}(\mathtt{V}+\mathtt{A}))$.

O consumo de tempo da função `DIGRAPHcicle1` para matriz de adjacência é $\mathrm{O}(\mathtt{A}\mathtt{V}^2)$.

DIGRAPHcycle

Vamos supor que nossos digrafos têm no máximo `maxV` vértices

```
#define maxV 10000
static int time, d[maxV], f[maxV];
static Vertex parnt[maxV];
```

DIGRAPHcycle

Recebe um digrafo `G` e devolve **1** se existe um ciclo em `G` e devolve **0** em caso contrário

```
int DIGRAPHcycle (Digraph G);
```

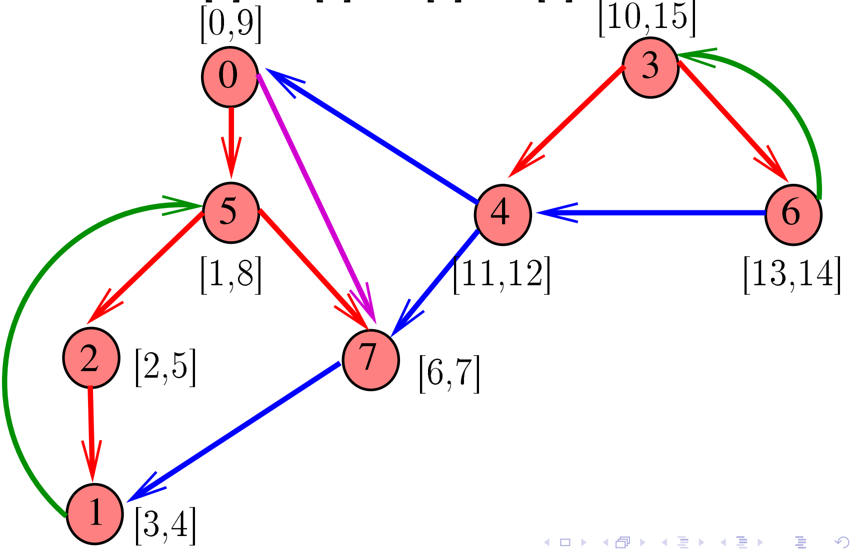
A função tem por base a seguinte observação: em relação a **qualquer** floresta de busca em profundidade,

> ***todo*** *arco de* ***retorno*** *pertence a um ciclo e*
> ***todo*** *ciclo tem um arco de* ***retorno***

Arcos de retorno

v-w é **arco de retorno** se e somente se

$$d[w] < d[v] < f[v] < f[w]$$



DIGRAPHcycle

```
int DIGRAPHcycle (Digraph G) {
    Vertex v;
    time = 0;
    for (v = 0; v < G->V; v++) {
        d[v] = f[v] = -1; parnt[v] = -1;
    }
    for (v= 0; v < G->V,v++)
        if (d[v] == -1) {
            parnt[v] = v;
            if (cycleR(G,v) == 1) return 1;
        }
    return 0;
}
```

cycleR

```
int cycleR (Digraph G, Vertex v) {
    link p; Vertex w;
    d[v] = time++;
    for (p = G->adj[v]; p != NULL; p= p->next)
        w= p->w;
        if (d[w] == -1) {
            parnt[w] = v;
            if (cycleR(G,w)==1) return 1;
        }
        else if (f[w] == -1) return 1;
    f[v] = time++;
    return 0;
}
```

Consumo de tempo

O consumo de tempo da função DIGRAPHcycle para vetor de listas de adjacência é $O(V + A)$.

O consumo de tempo da função DIGRAPHcycle para matriz de adjacência é $O(V^2)$.