

Algoritmos y estructuras de datos

Búsqueda en amplitud

Francisco Javier Zaragoza Martínez

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Departamento de Sistemas



4 de junio de 2021

Marsilio Ficino

El intelecto es producido por la naturaleza para comprender la total **amplitud** de ser. Bajo el concepto de verdad lo sabe todo y bajo el concepto de lo bueno lo desea todo.

Empedocles

Pero ven, escucha mis palabras, pues aprender mejora el espíritu. Como dije antes, poniéndole límite a mis palabras, deberé hablar dos veces. Como en algún tiempo uno vino a estar solo entre muchos, como en otro tiempo se dividió para ser muchos de uno: fuego y agua y tierra y la ilimitada bóveda de aire, y desdichadas contiendas aparte de estos, en igual medida en todo, y amor entre ellos, igual en longitud y en **amplitud**.

Búsqueda en amplitud

Un segundo algoritmo, llamado **búsqueda en amplitud** (BFS por las siglas en inglés de *breadth first search*), se obtiene de sustituir la pila por una cola.

- 1 Se marcan todos los vértices como **no vistos**.
- 2 Mientras haya algún vértice u no visto:
 - 1 Se forma u .
 - 2 Mientras la cola no esté vacía:
 - 1 Se desforma u .
 - 2 Se marca a u como **ya visto**.
 - 3 Se forma a todos los vecinos no vistos de u .

Lo peor que puede pasar es que todos los vértices de G estén simultáneamente en la cola. Es suficiente usar una cola estática de tamaño n (funciones que terminan en **colaAE**).

Búsqueda en amplitud

Implementación con matrices de adyacencia

Usaremos un arreglo en el que `visto[u]` será el `orden` de visita de `u` (0 si no se ha visto).

```
void busquedaAmplitud(grafica g) {  
    int orden = 0;  
    int *visto = (int *) calloc(g.n, sizeof(int));  
    for (int u = 0; u < g.n; u++)  
        if (visto[u] == 0)  
            amplitud(g, u, visto, &orden);  
    free(visto);  
}
```

Búsqueda en amplitud

Implementación con matrices de adyacencia

```
void amplitud(grafica g, int u, int visto[], int *orden) {  
    colaAE s = creaColaAE(g.n);  
    formaAE(&s, u);  
    while (!esVaciaColaAE(&s)) {  
        desformaAE(&s, &u);  
        visto[u] = ++(*orden);  
        for (int v = 0; v < g.n; v++)  
            if (g.a[u][v] == 1 && visto[v] == 0) {  
                formaAE(&s, v);  
                visto[v] = -1;  
            }  
    }  
    destruyeColaAE(&s);  
}
```

Búsqueda en amplitud

Implementación con listas de adyacencia

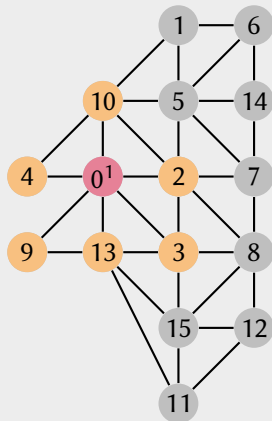
```
void amplitudLA(graficaLA g, int u, int visto[], int *orden) {
    colaAE s = creaColaAE(g.n);
    formaAE(&s, u);
    while (!esVaciaColaAE(&s)) {
        desformaAE(&s, &u);
        visto[u] = ++(*orden);
        for (nodo *v = g.a[u]; v != NULL; v = v->sig)
            if (visto[v->a] == 0) {
                formaAE(&s, v->a);
                visto[v->a] = -1;
            }
    }
    destruyeColaAE(&s);
}
```

Ejemplo de gráfica



Búsqueda en amplitud

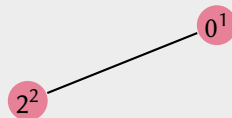
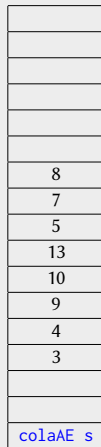
Ejemplo de gráfica



13
10
9
4
3
2
colaAE s

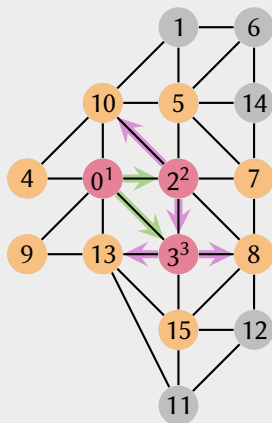
0^1

Ejemplo de gráfica

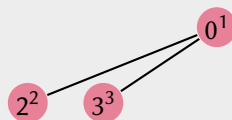


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

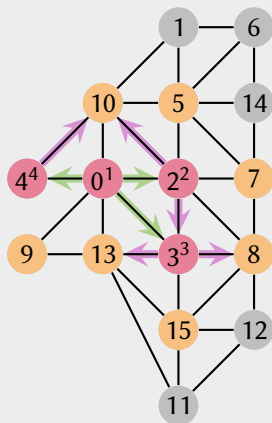


15
8
7
5
13
10
9
4
colaAE s



Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

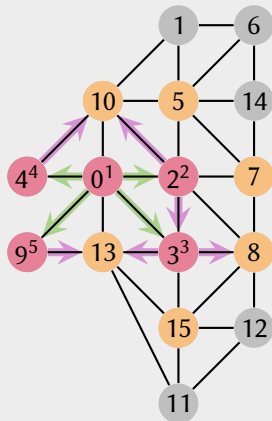


15
8
7
5
13
10
9
colaAE s



Búsqueda en amplitud

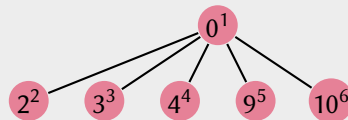
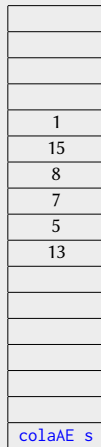
Ejemplo de gráfica



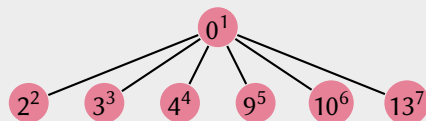
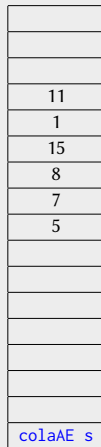
15
8
7
5
13
10
colaAE s



Ejemplo de gráfica

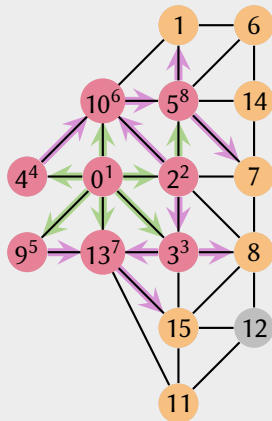


Ejemplo de gráfica

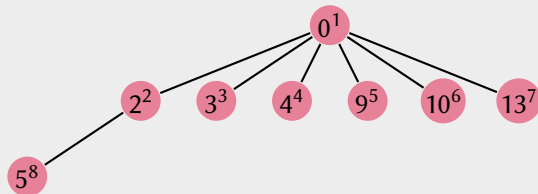


Búsqueda en amplitud

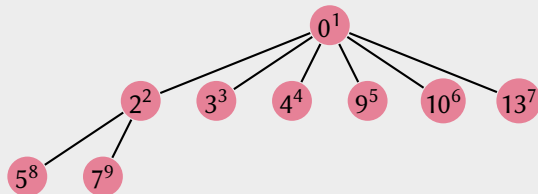
Ejemplo de gráfica



14
6
11
1
15
8
7
colaAE s

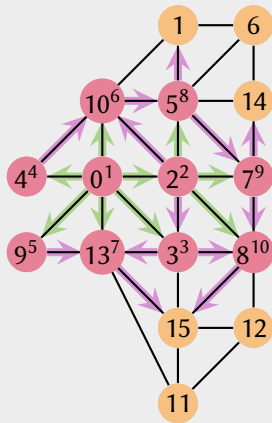


Ejemplo de gráfica

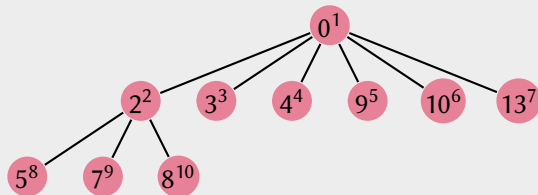


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

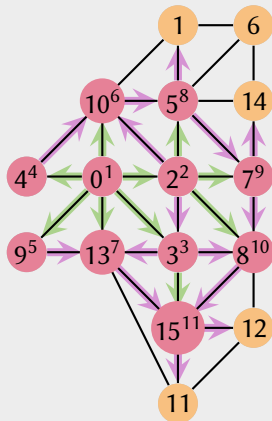


12
14
6
11
1
15
colaAE s

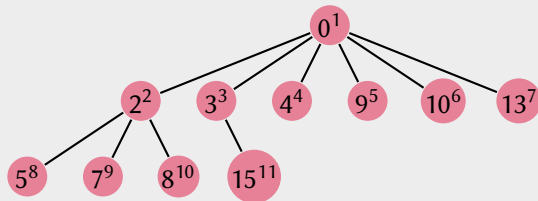


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

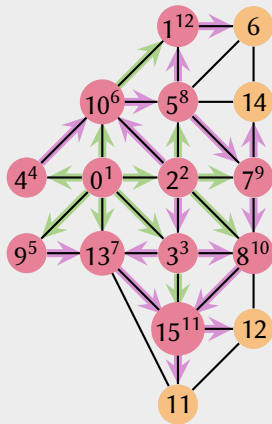


12
14
6
11
1
colaAE s

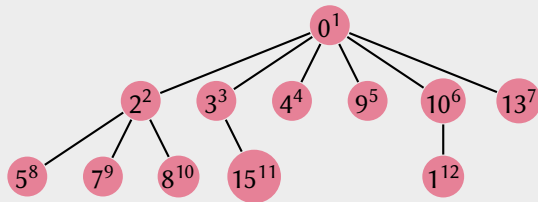


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

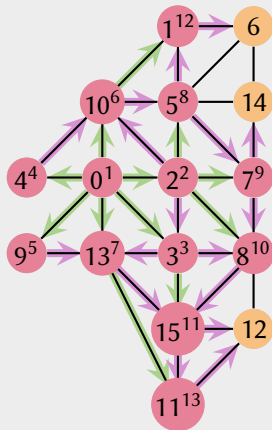


12
14
6
11
colaAE s

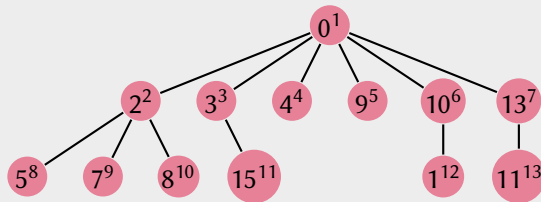


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

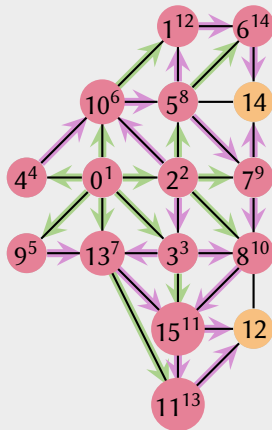


12
14
6
colaAE s

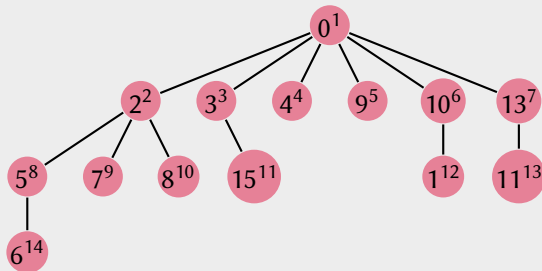


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de gráfica

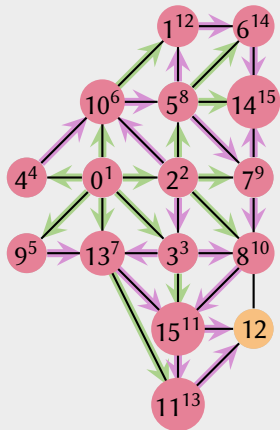


12
14
colaAE s

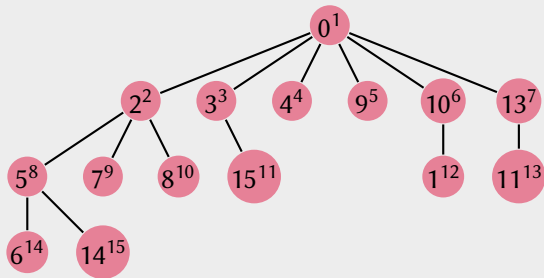


Búsqueda en amplitud

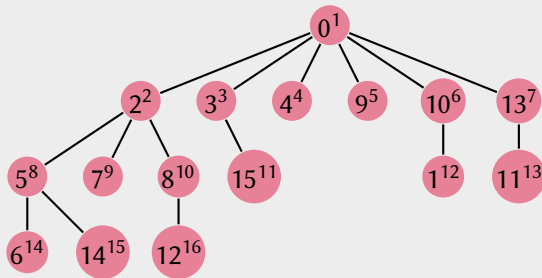
Ejemplo de gráfica



12
colaAE s



Ejemplo de gráfica



Búsqueda en amplitud

Observaciones

Este método es una generalización del recorrido por niveles de un árbol.

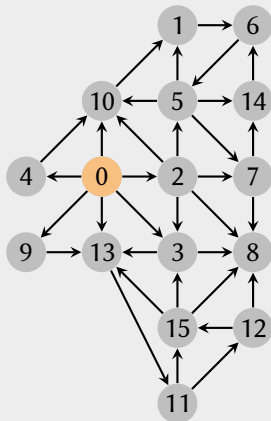
- 1 El orden de visita es de acuerdo a la distancia desde el vértice inicial.
- 2 Cada vértice se visita una vez y cada arista se visita dos veces.
- 3 El tiempo de ejecución depende de la representación (matriz n^2 , listas $n + m$).
- 4 Las aristas que visitan por primera vez vértices no vistos forman un **bosque de búsqueda en amplitud**. Las demás apuntan hacia adelante en el orden de visita.

Este algoritmo se usa sin cambios en digráficas, aunque cambia el comportamiento.

- 1 Cada vértice y cada arco se visitan una vez.
- 2 Los arcos que no pertenecen al bosque de búsqueda en amplitud pueden apuntar hacia arriba, hacia abajo o ser transversales.

Búsqueda en amplitud

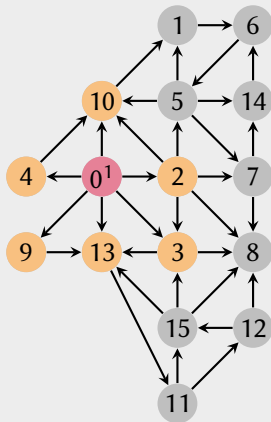
Ejemplo de digráfica



0
colaAE s

Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

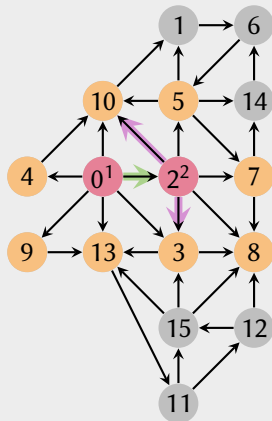


13
10
9
4
3
2
colaAE s

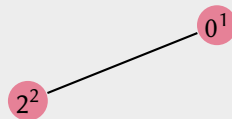
0¹

Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

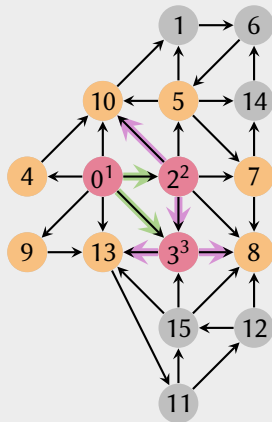


8
7
5
13
10
9
4
3
colaAE s

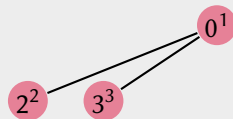


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

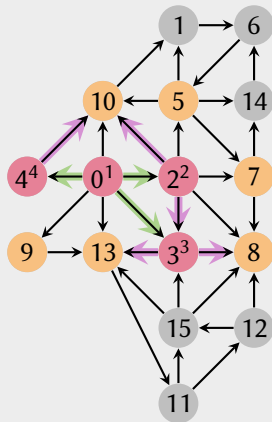


8
7
5
13
10
9
4
colaAE s

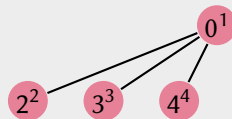


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

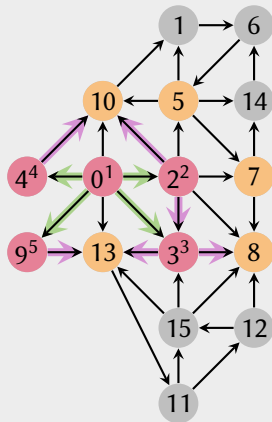


8
7
5
13
10
9
colaAE s



Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

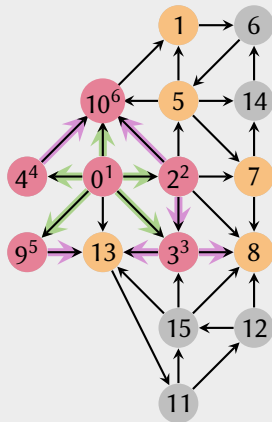


8
7
5
13
10
colaAE s

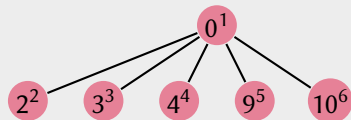


Búsqueda en amplitud

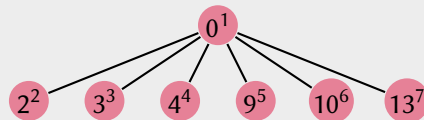
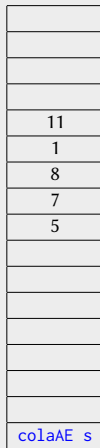
Ejemplo de digráfica



1
8
7
5
13
colaAE s

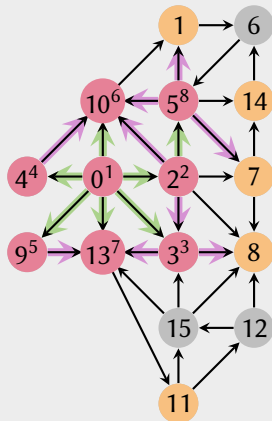


Ejemplo de digráfica

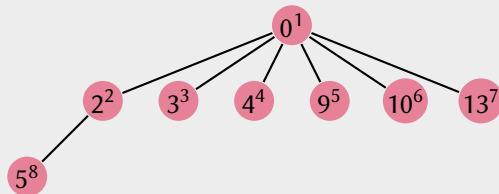


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

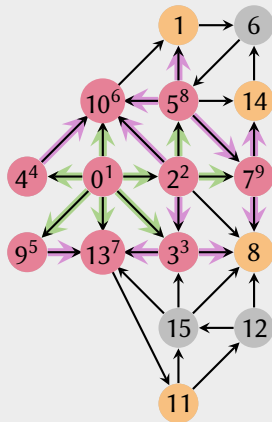


14
11
1
8
7
colaAE s

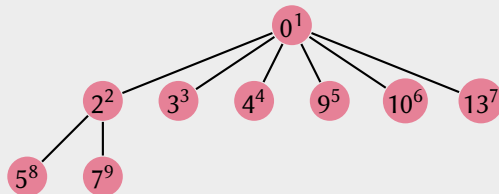


Búsqueda en amplitud

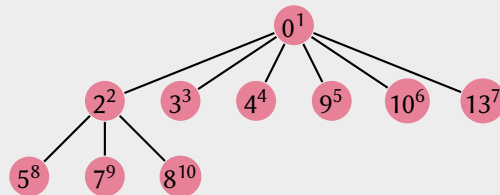
Ejemplo de digráfica



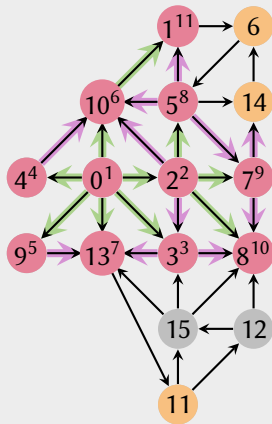
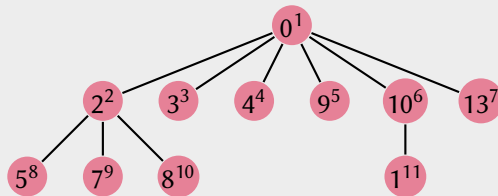
14
11
1
8
colaAE s



Ejemplo de digráfica

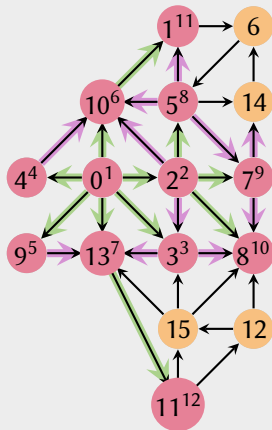


Ejemplo de digráfica

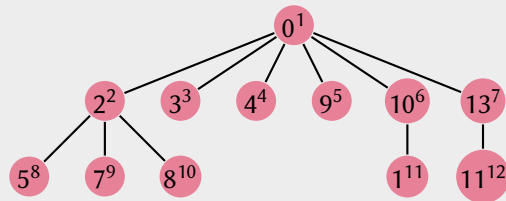
[illegible]

Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

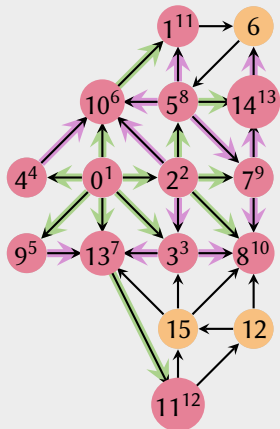


15
12
6
14
colaAE s

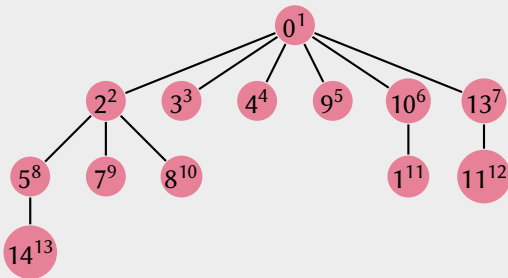


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

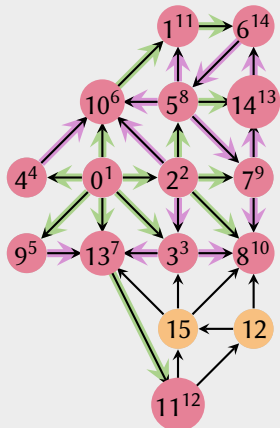


15
12
6
colaAE s

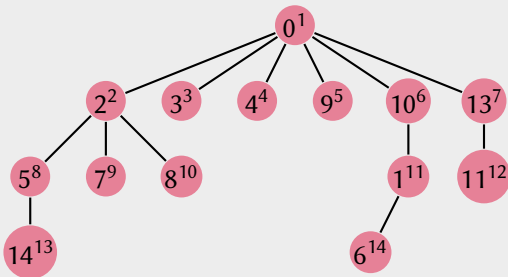


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica

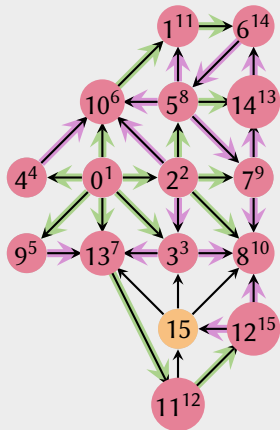


15
12
colaAE s

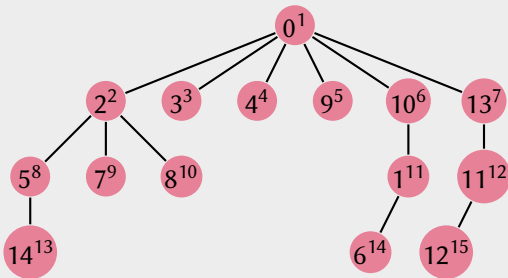


Búsqueda en amplitud

Ejemplo de digráfica



15
colaAE s



Ejemplo de digráfica

