

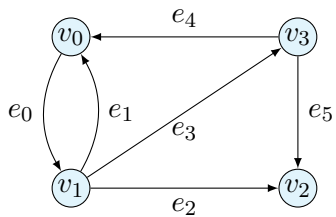
グラフの探索

離散数学・オートマトン
2021 年後期
佐賀大学工学部 只木進一

① 深さ優先探索

② 幅優先探索

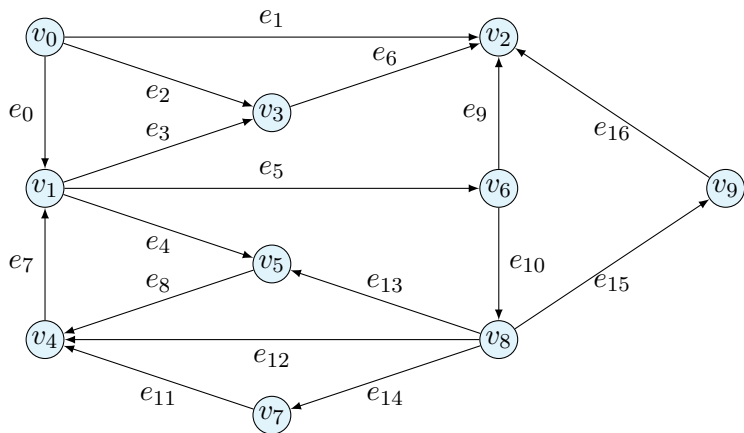
有向グラフと探索



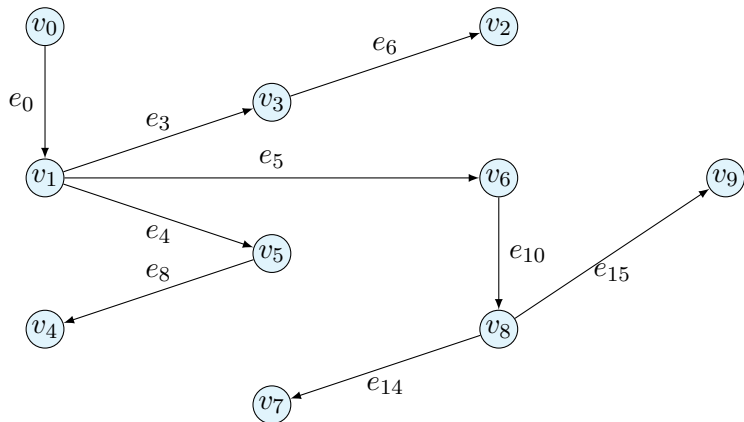
深さ優先探索 DFS: Depth-First Search

- 出発点を定める
- たどれる限り、辺をたどる
 - それ以上進めなくなるまで
 - 新たな点が無くなるまで
- 道に戻って、別の辺をたどる
- 結果としてできる木 (spanning tree) は、深いものができる

例 1



結果



Algorithm 1 DFA アルゴリズム

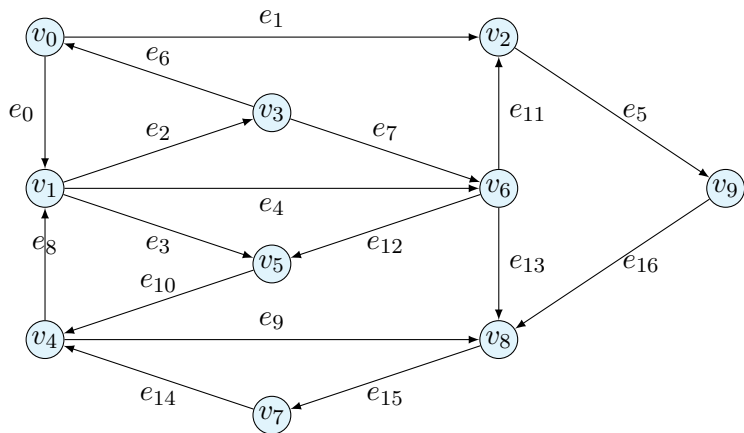
procedure SEARCH(v, L)**for all** $e \in \delta^+v$ **do** $w = \partial^-e$ **if** $w \notin L$ **then** $L.append(w)$ SEARCH(w, L)**end if****end for****end procedure**

▷ // v から出る全ての辺

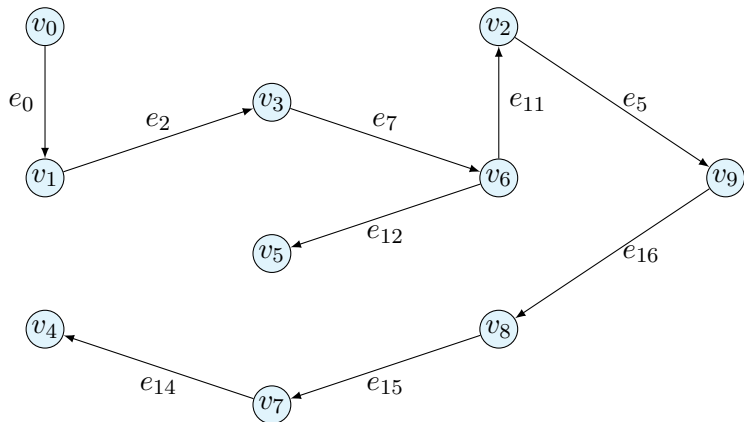
実行状況

$(v_0, [v_0]) \rightarrow (v_1, [v_0, v_1])$
 $\rightarrow (v_3, [v_0, v_1, v_3])$
 $\rightarrow (v_2, [v_0, v_1, v_3, v_2])$
 $\rightarrow (v_5, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5])$
 $\rightarrow (v_4, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5, v_4])$
 $\rightarrow (v_6, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5, v_4, v_6])$
 $\rightarrow (v_8, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5, v_4, v_6, v_8])$
 $\rightarrow (v_7, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5, v_4, v_6, v_8, v_7])$
 $\rightarrow (v_9, [v_0, v_1, v_3, v_2, v_5, v_4, v_6, v_8, v_7, v_9])$

例 2



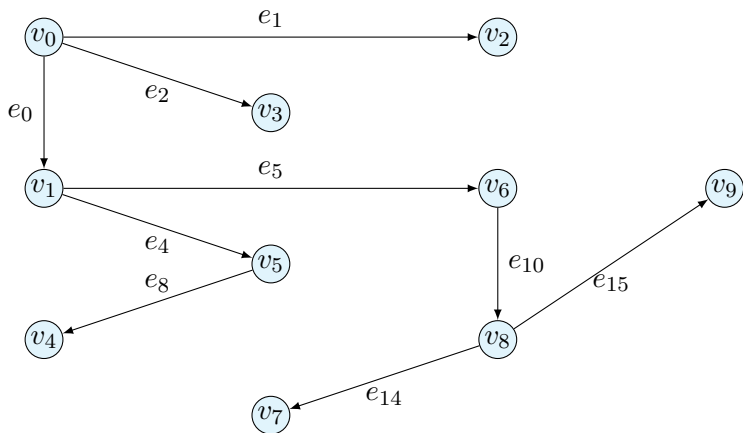
例 2: 結果



幅優先探索 BFS: Breadth-First Search

- 出発点を定める。この点の集合を S_0 とする。
- 新たな頂点がなくなるまで繰り返す
 - S_{i-1} の各点の隣接頂点のうち、未調査の点の集合を S_i とする
- 結果としてできる木 (spanning tree) は、浅いものができる

例 1 に対する BFS の結果



Algorithm 2 BFS アルゴリズム

 $L = \emptyset$ $Q = [r]$ **while** $Q \neq \emptyset$ **do** $v = Q.\text{poke}()$ **for all** $e \in \delta^+v$ **do** $w = \partial^-e$ **if** $w \notin L \wedge w \notin Q$ **then** $Q.\text{push}(w)$ **end if****end for** $L.\text{append}(w)$ **end while**

▷ 到達済み頂点のリスト

▷ 調査すべき頂点の待ち行列

▷ 待ち行列の先頭要素を取り出す

例 1: 探索の状況

	現在の頂点	L	Q
0		\emptyset	$[v_0]$
1	v_0	$[v_0]$	$[v_1, v_2, v_3]$
2	v_1	$[v_0, v_1]$	$[v_2, v_3, v_5, v_6]$
3	v_2	$[v_0, v_1, v_2]$	$[v_3, v_5, v_6]$
4	v_3	$[v_0, v_1, v_2, v_3]$	$[v_5, v_6]$
5	v_5	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5]$	$[v_6, v_4]$
6	v_6	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6]$	$[v_4, v_8]$
7	v_4	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_4]$	$[v_8]$
8	v_8	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_4, v_8]$	$[v_7, v_9]$
9	v_7	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_4, v_8, v_7]$	$[v_9]$
10	v_9	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_4, v_8, v_7, v_9]$	\emptyset

例 2: 探索の状況

	現在の頂点	L	Q
0		\emptyset	$[v_0]$
1	v_0	$[v_0]$	$[v_1, v_2]$
2	v_1	$[v_0, v_1]$	$[v_2, v_3, v_5, v_6]$
3	v_2	$[v_0, v_1, v_2]$	$[v_3, v_5, v_6, v_9]$
4	v_3	$[v_0, v_1, v_2, v_3]$	$[v_5, v_6, v_9]$
5	v_5	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5]$	$[v_6, v_9, v_4]$
6	v_6	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6]$	$[v_9, v_4, v_8]$
7	v_9	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_9]$	$[v_4, v_8]$
8	v_4	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_9, v_4]$	$[v_8]$
9	v_8	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_9, v_4, v_8]$	$[v_7]$
10	v_7	$[v_0, v_1, v_2, v_3, v_5, v_6, v_9, v_4, v_8, v_7]$	\emptyset

例 2: 結果

