

# グラフとネットワーク (第5回)

安藤 和敏

ando@sys.eng.shizuoka.ac.jp

静岡大学工学部

# グラフ探索

# グラフ探索

ある点から出発して、グラフの中を枝の向きに進みながら、可能な限り探索する方法

# グラフ探索

ある点から出発して, グラフの中を枝の向きに進みながら, 可能な限り探索する方法

- 深さ優先探索 (DFS)

# グラフ探索

ある点から出発して、グラフの中を枝の向きに進みながら、可能な限り探索する方法

- 深さ優先探索 (DFS)
- 幅優先探索 (BFS)

# スタックとキュー

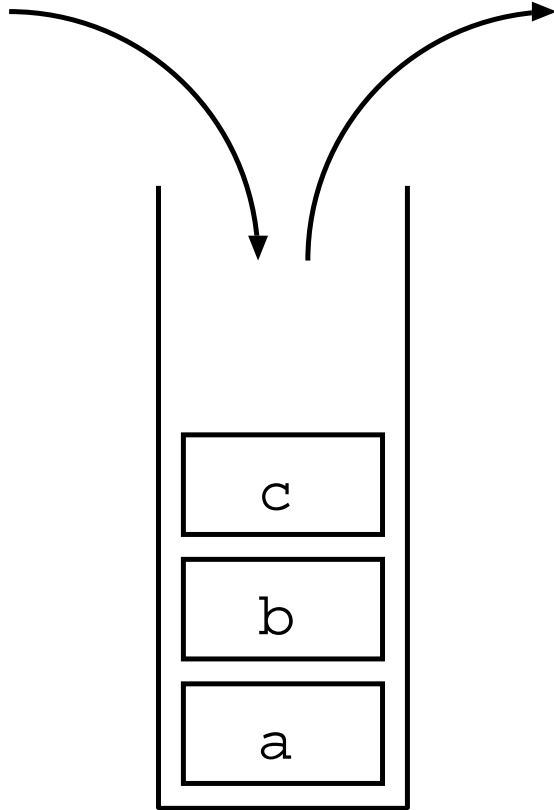
# スタックとキュー

DFS にはスタックと呼ばれるデータ構造が、BFS にはキューと呼ばれるデータ構造が用いられる。

# スタック (stack)

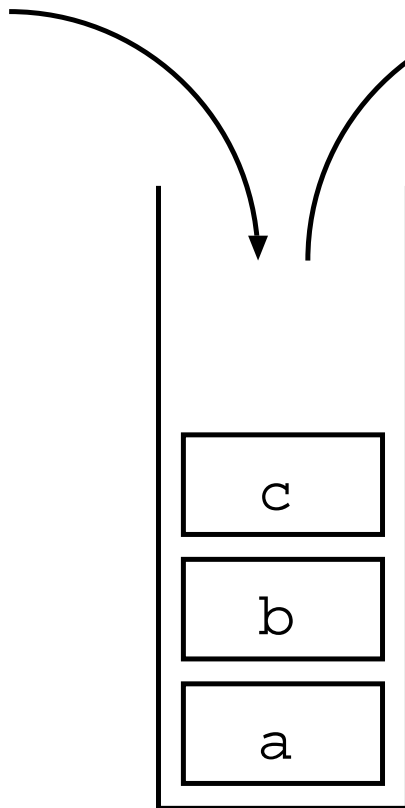


# スタック (stack)



(a)

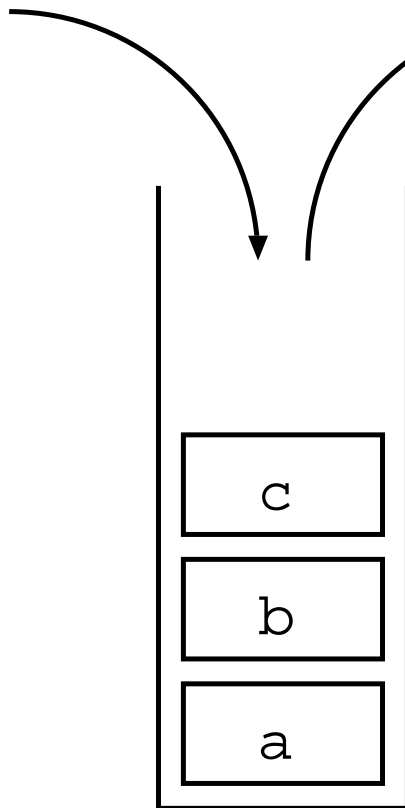
# スタック (stack)



(a)

- 先に入ったもの (first-in) が後に出る (last-out)

# スタック (stack)

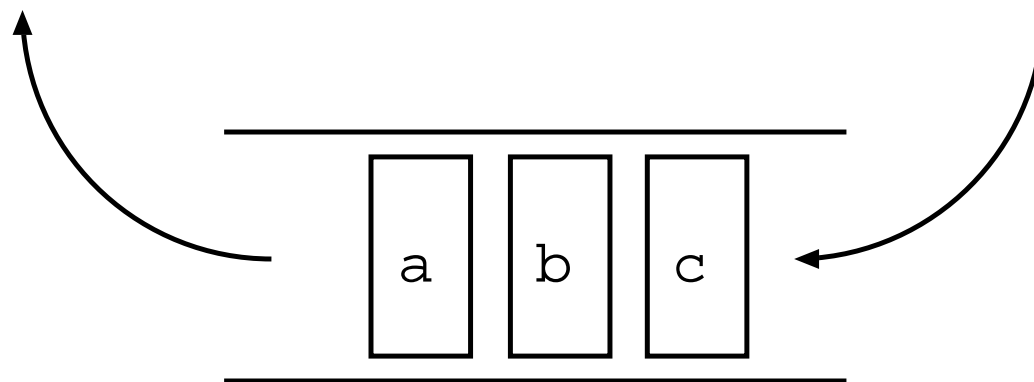


(a)

- 先に入ったもの (first-in) が後に出る (last-out)
- 平積みにされた本と同じ

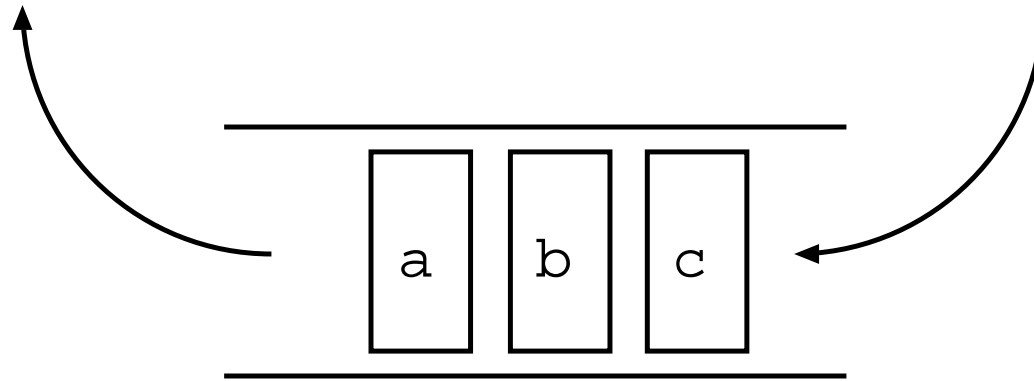
# キュー (queue)

# キュー (queue)



(b)

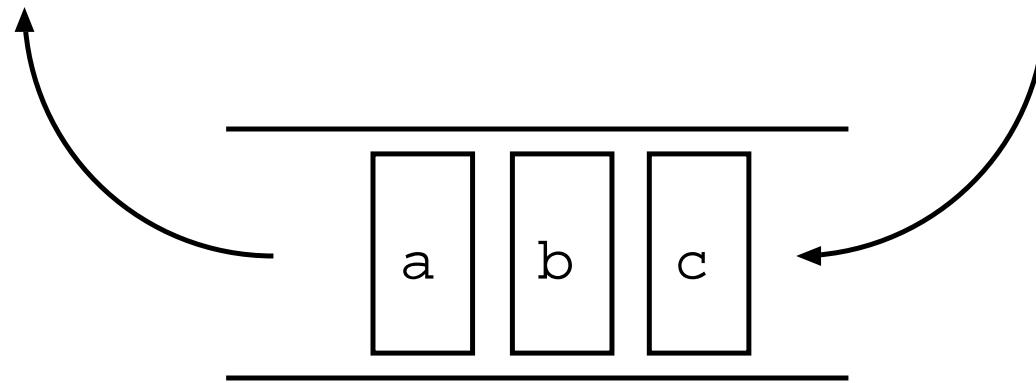
# キュー (queue)



(b)

- 先に入ったもの (first-in) が先に出る (first-out)

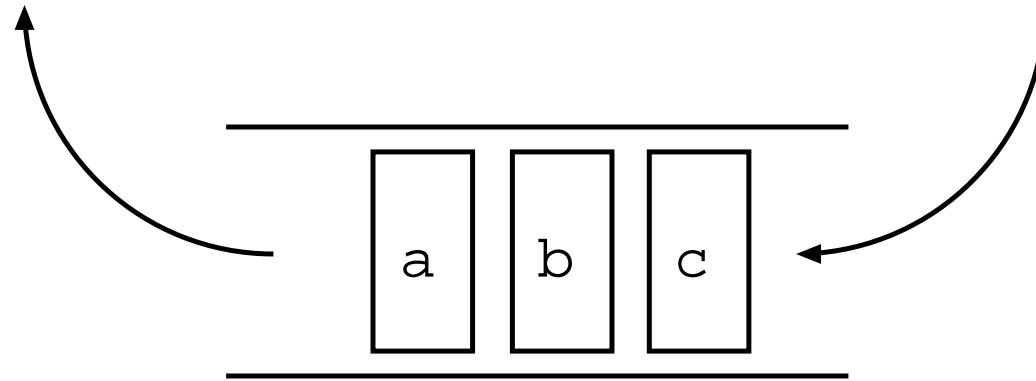
# キュー (queue)



(b)

- 先に入ったもの (first-in) が先に出る (first-out)
- 銀行などの窓口と同じ

# キュー (queue)



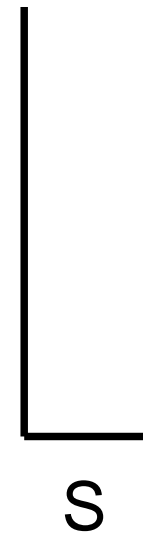
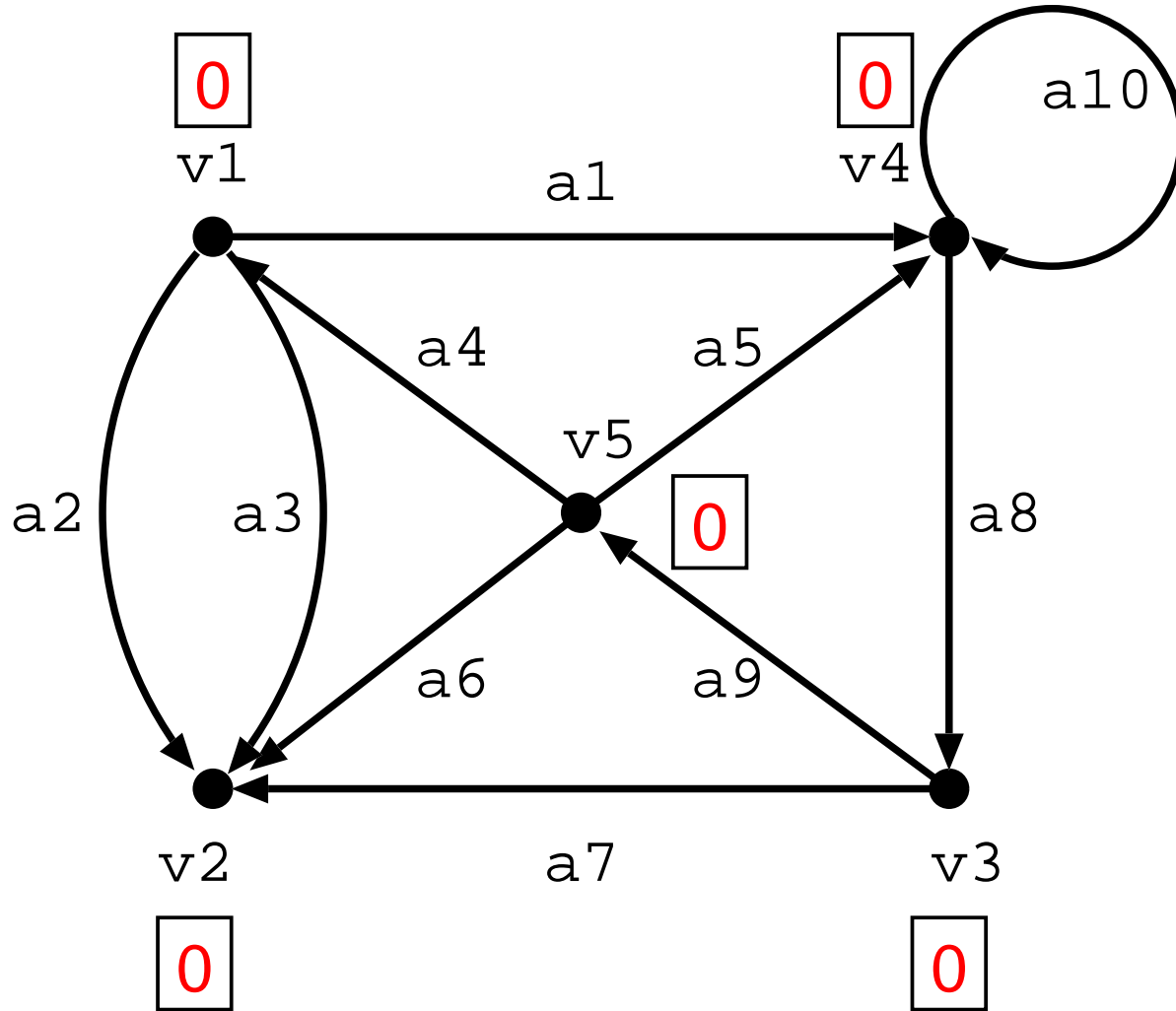
(b)

- 先に入ったもの (first-in) が先に出る (first-out)
- 銀行などの窓口と同じ
- 待ち行列とも呼ばれる



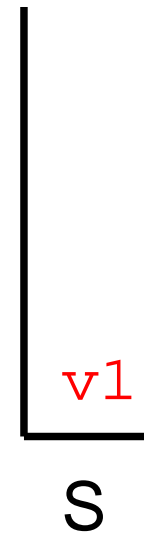
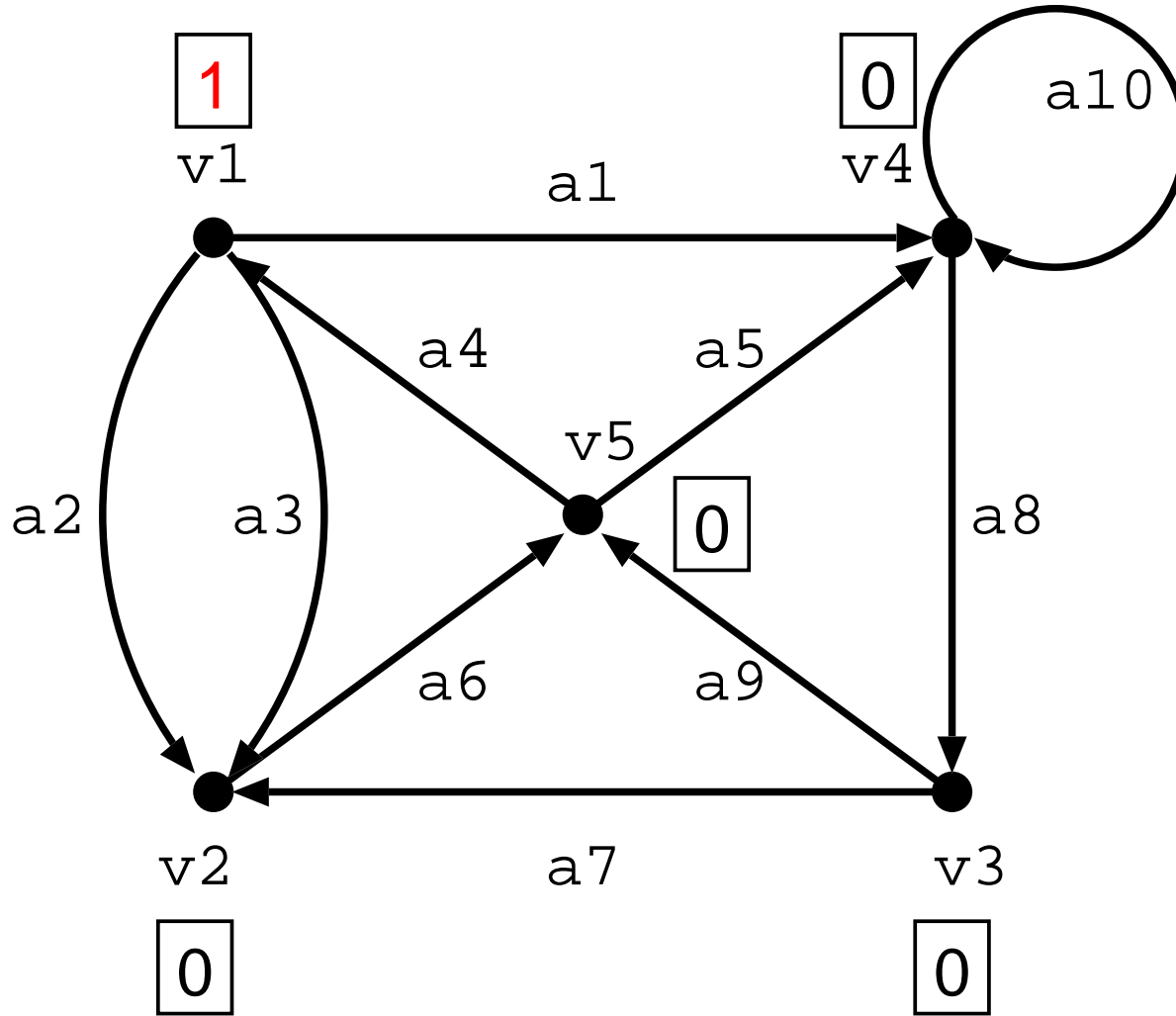
# 深さ優先探索 (DFS)

# DFS 1 ~ 5



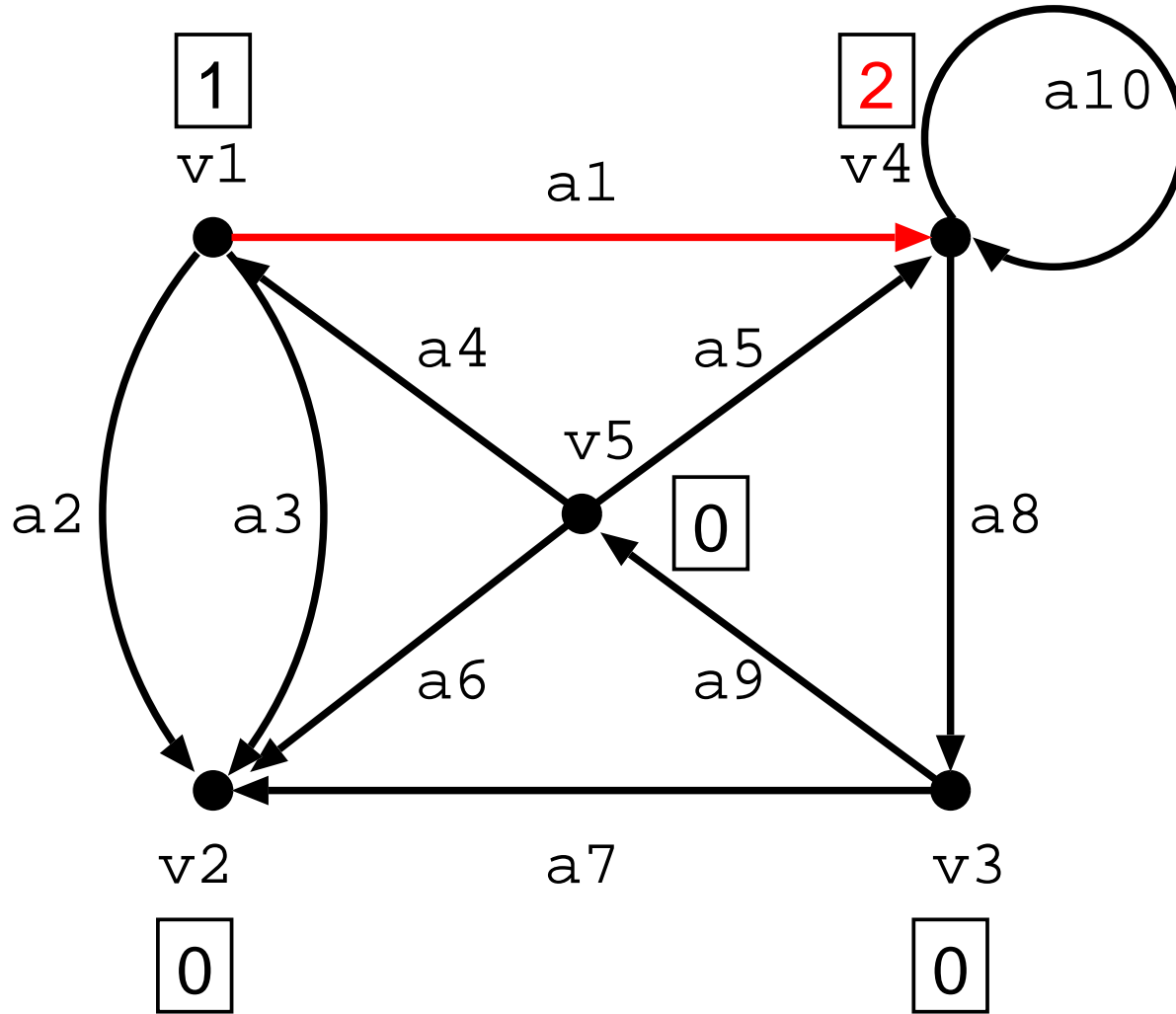
i=0

# DFS 6 ~ 9



i=1

# DFS 10 ~ 22

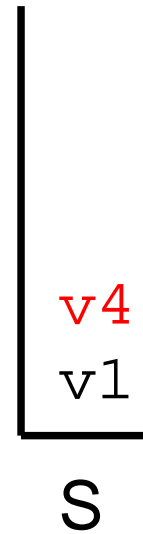


v= v1

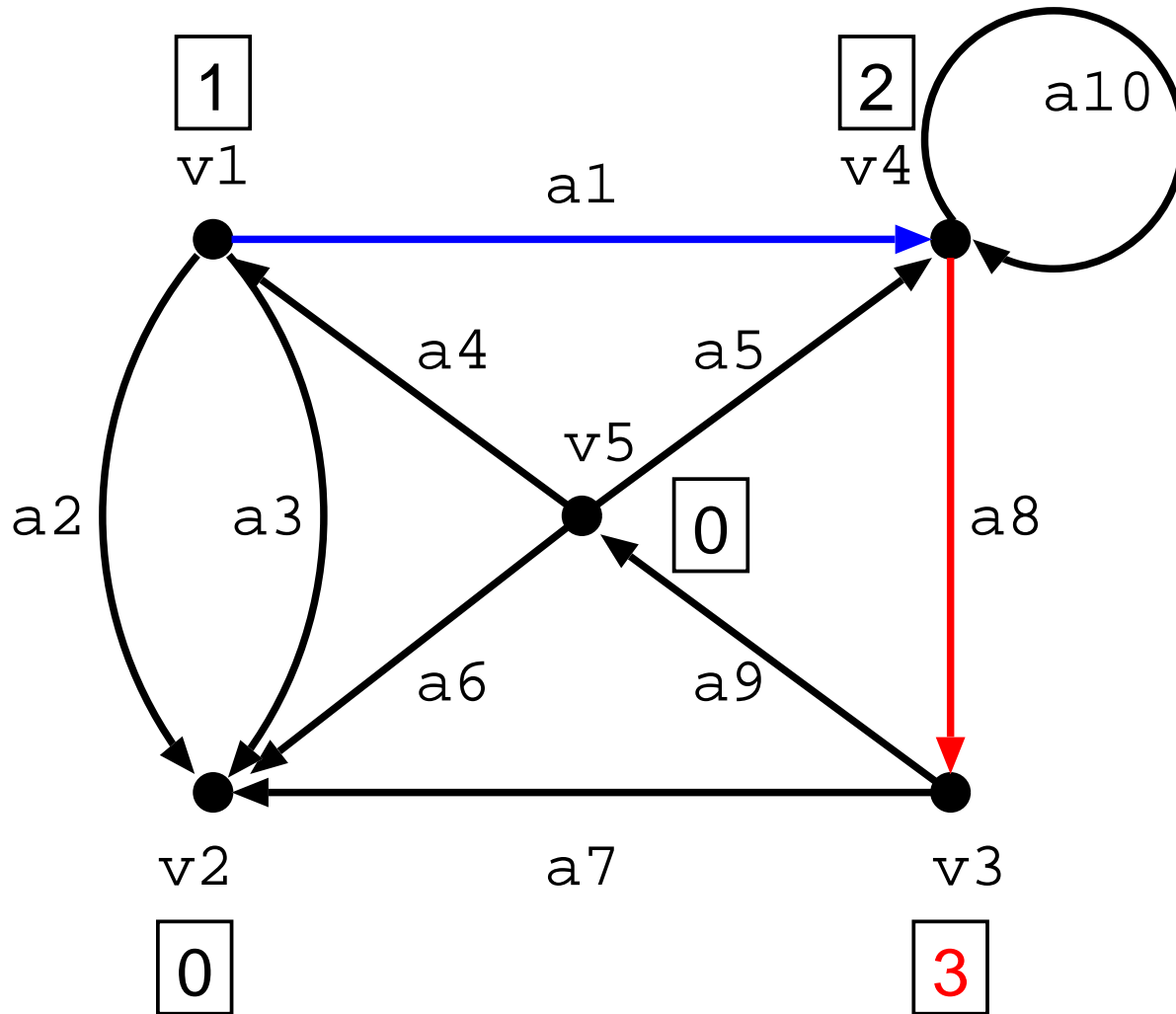
a= a1

w= v4

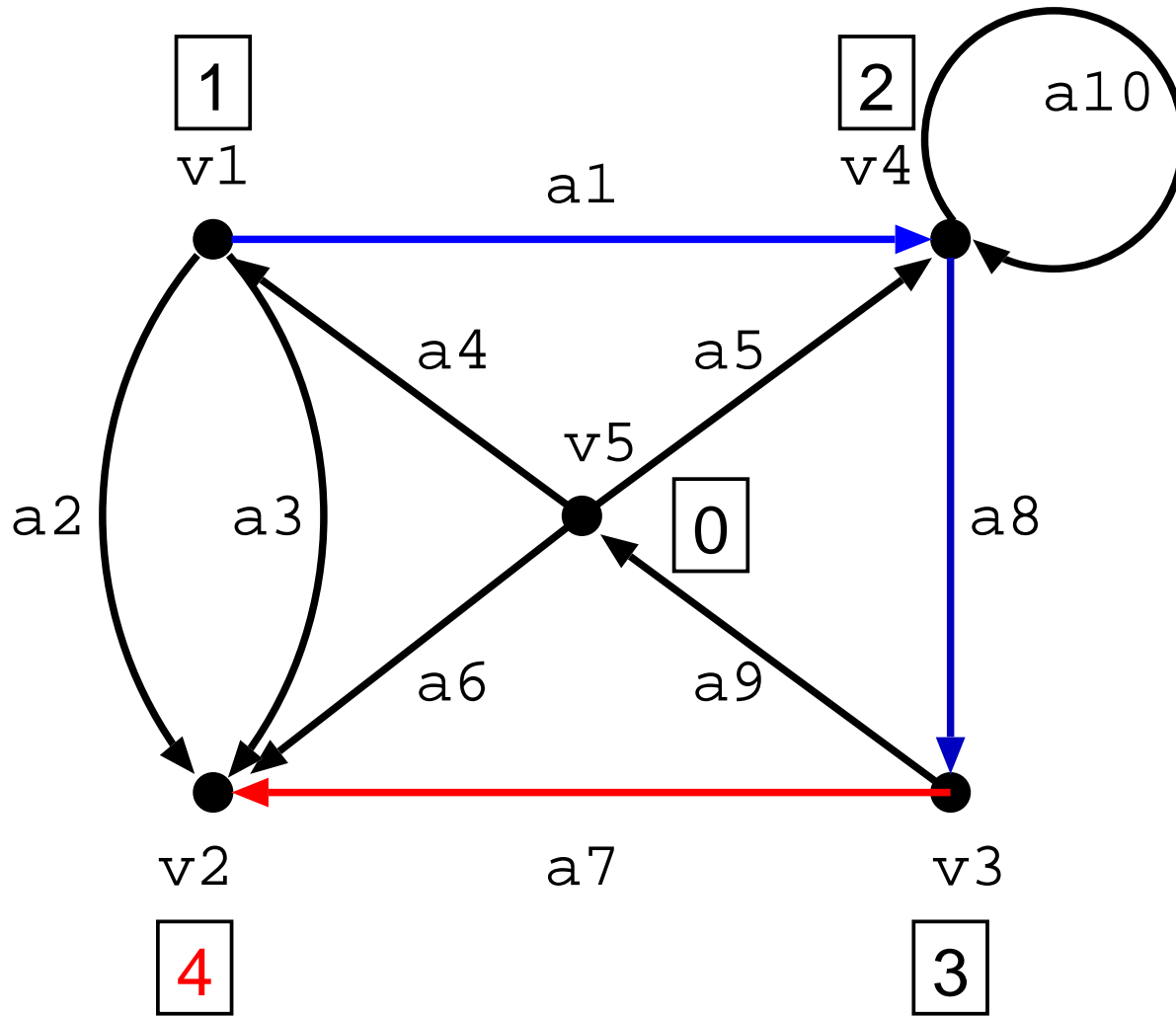
i= 2



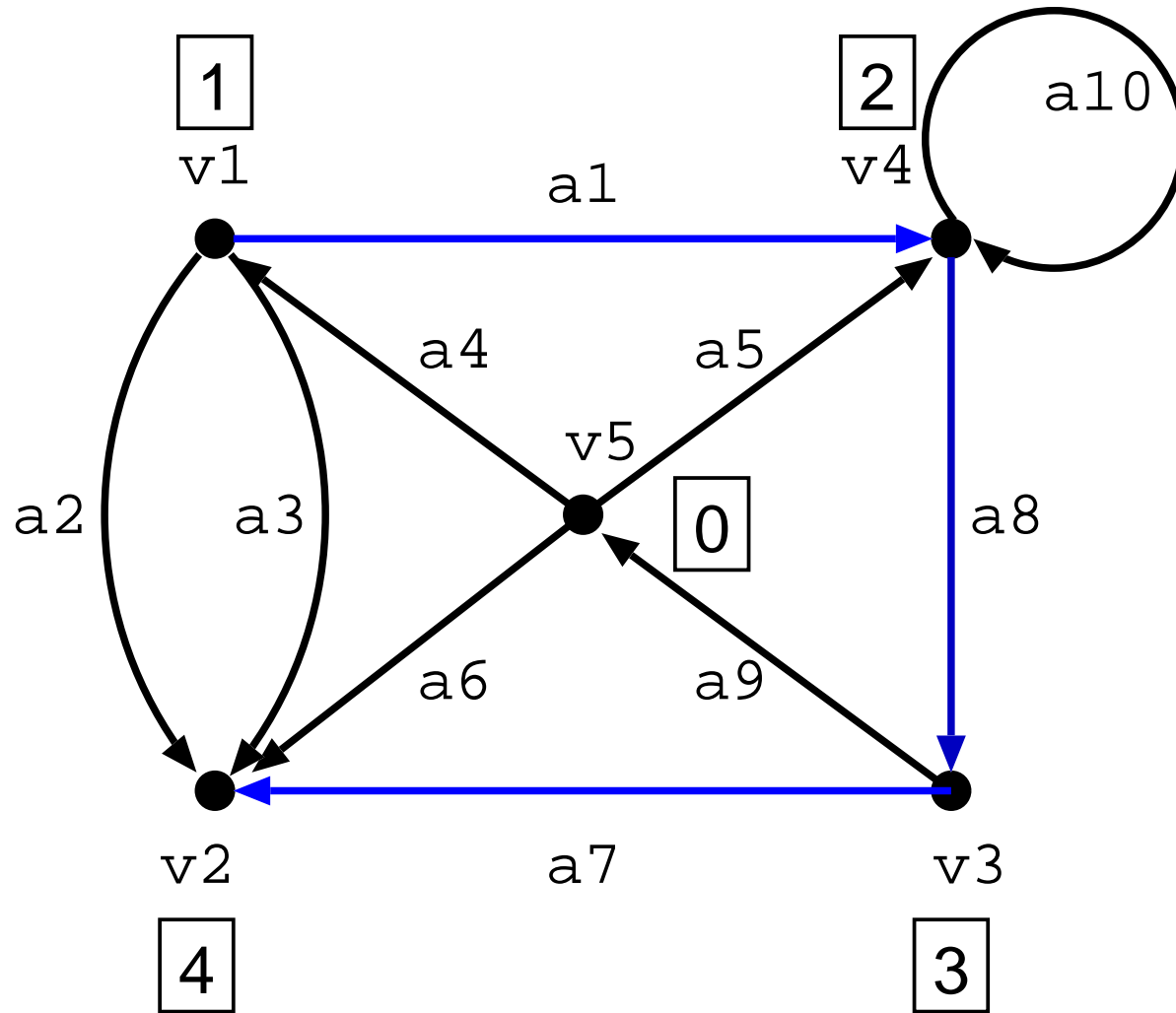
# DFS 10 ~ 22



# DFS 10 ~ 22



# DFS 10 ~ 11



v= v2

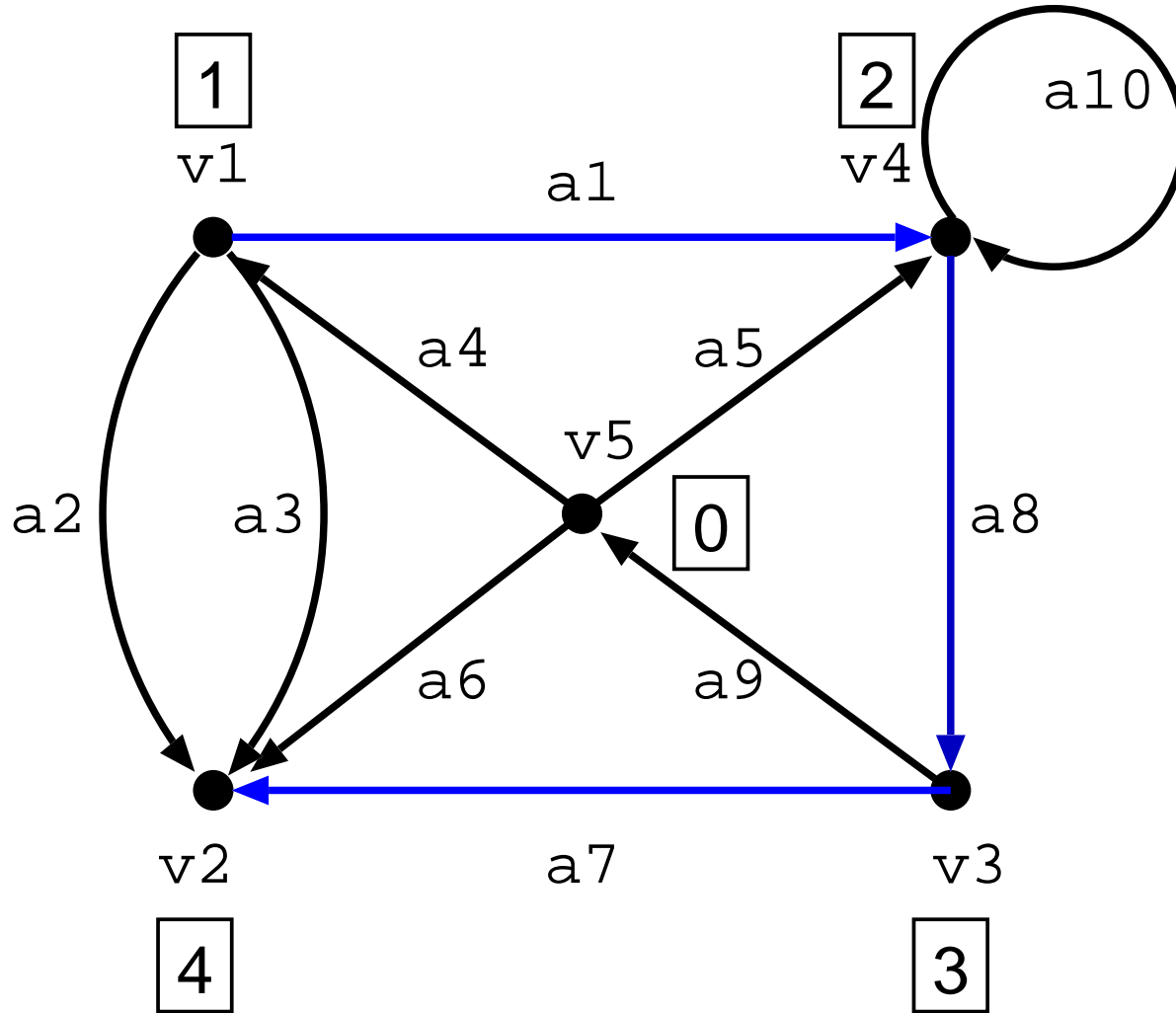
a=

w=

i= 4

v2  
v3  
v4  
v1  
S

# DFS 12

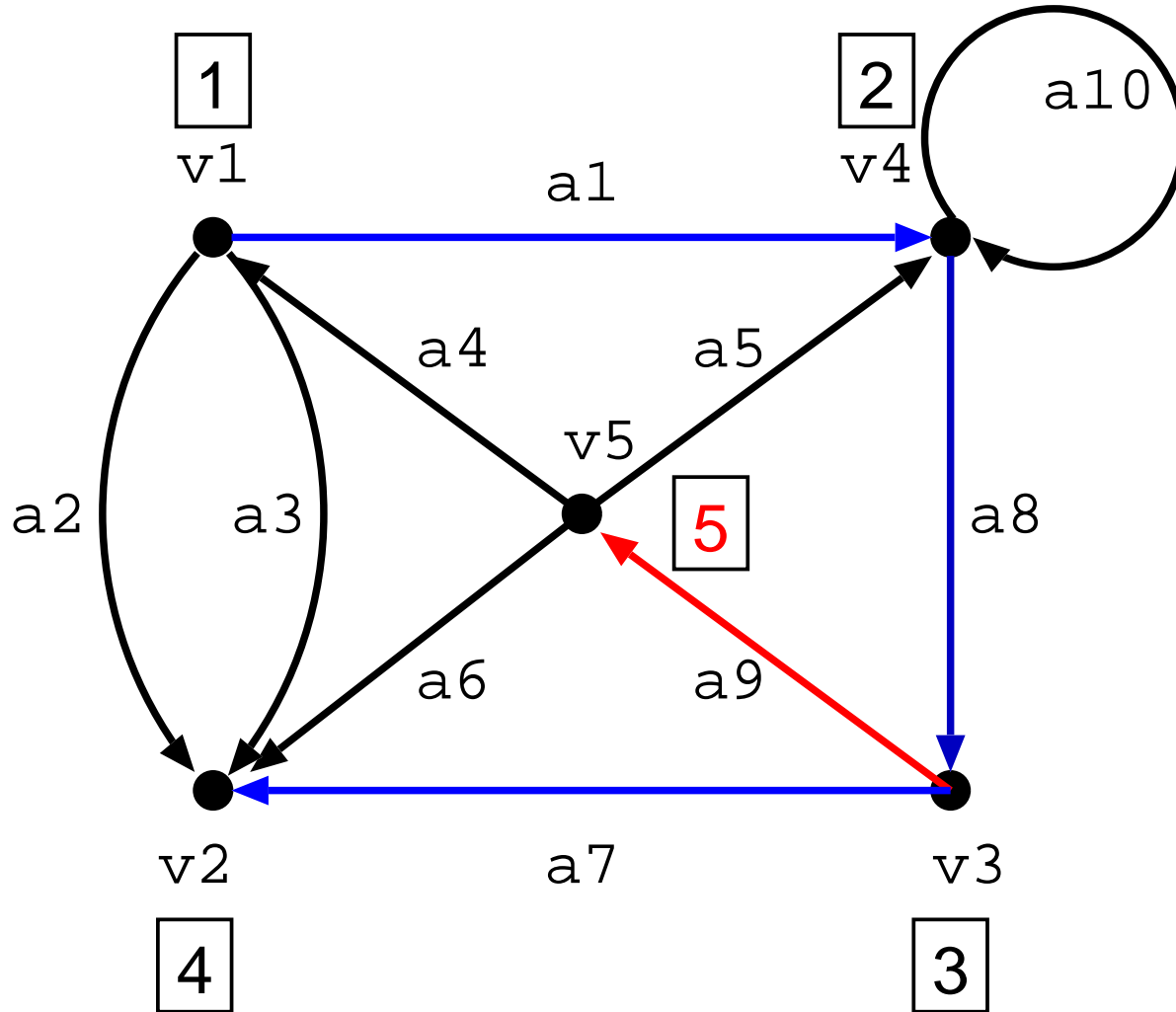


$S$   
v3  
v4  
v1

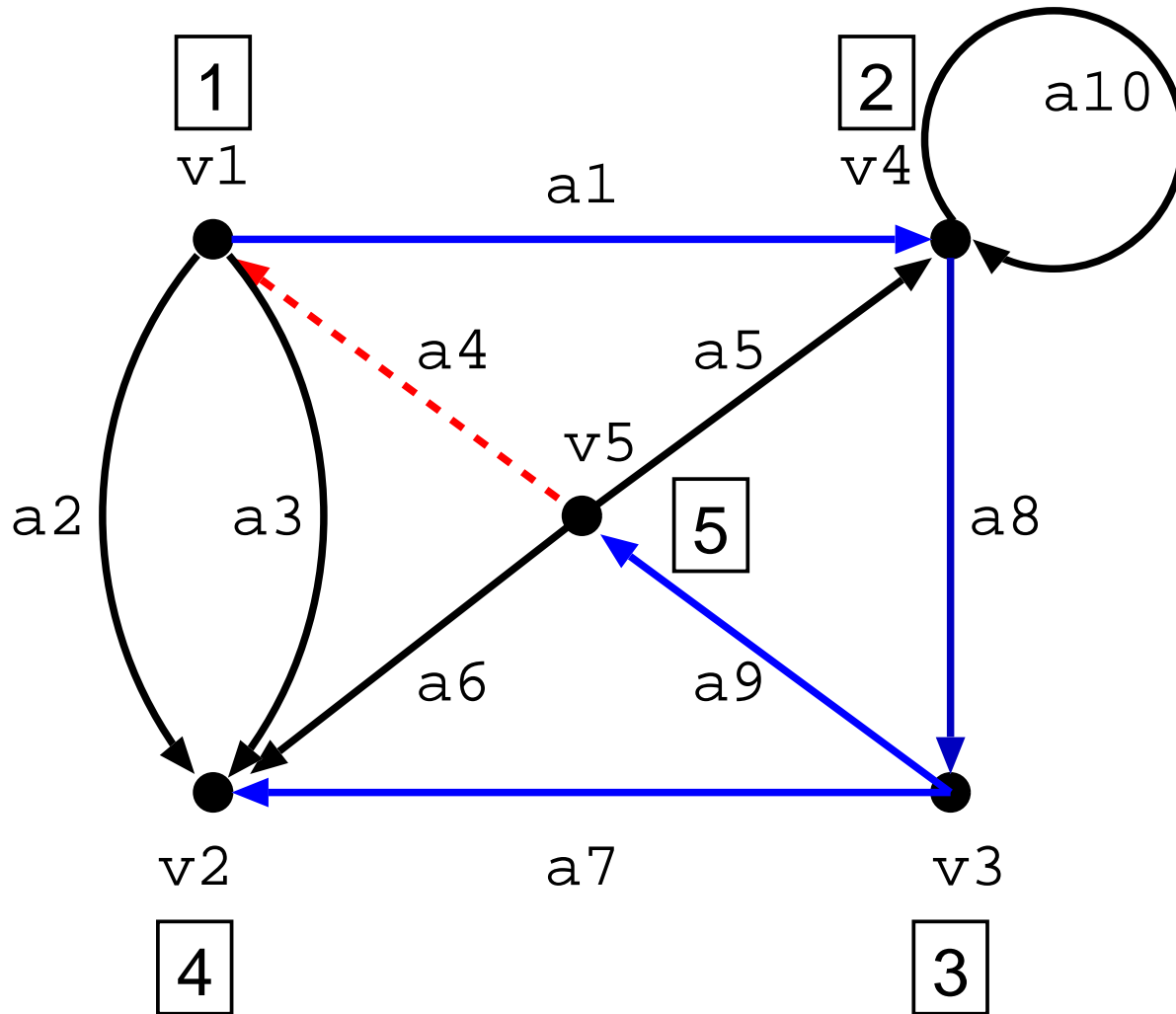
$v =$   
 $a =$   
 $w =$   
 $i = 4$



# DFS 10 ~ 22



# DFS 10 ~ 22



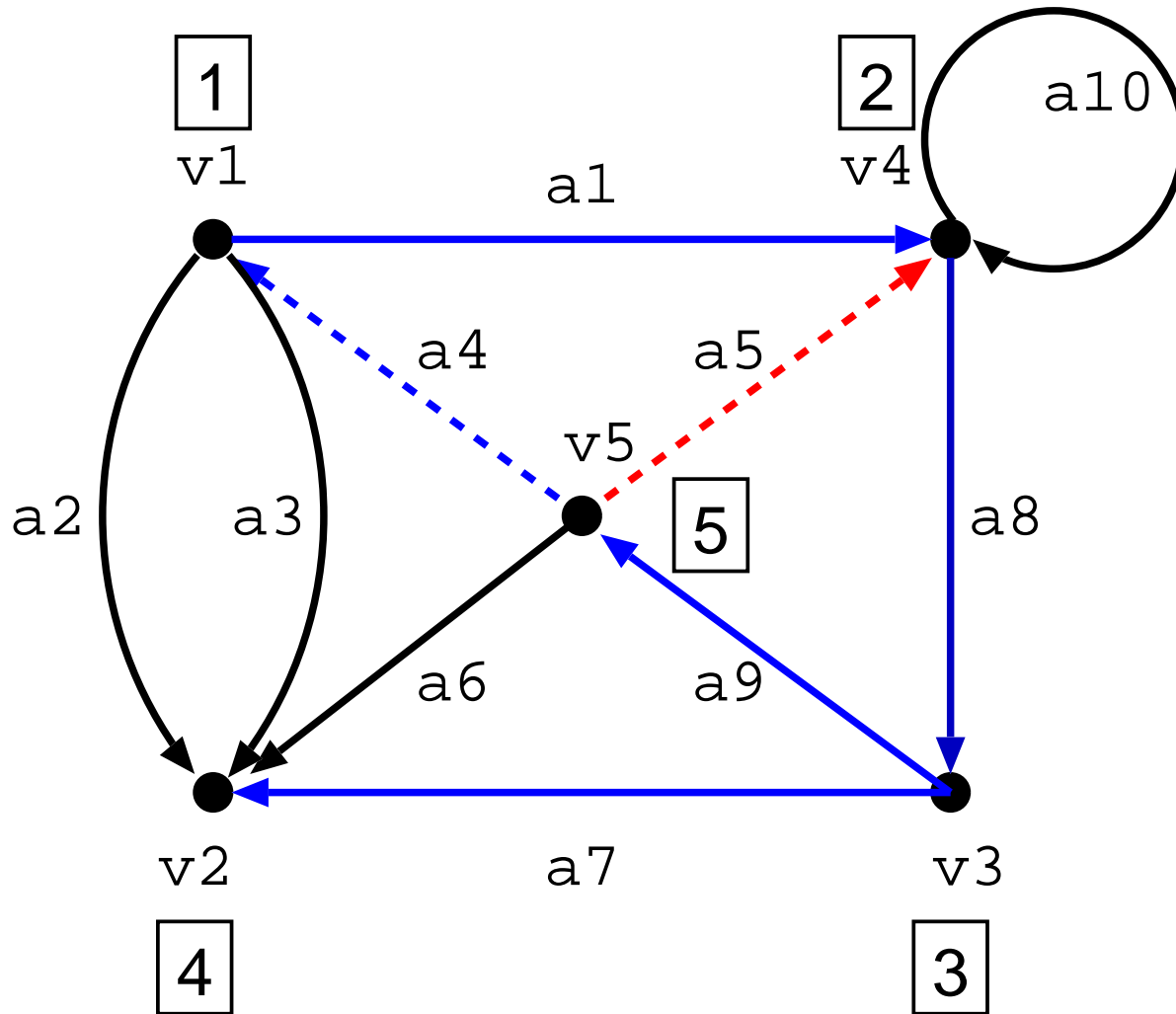
v= v5

a= a4

w= v1

i= 5

# DFS 10 ~ 22



$v = v_5$

$a = a_5$

$w = v_4$

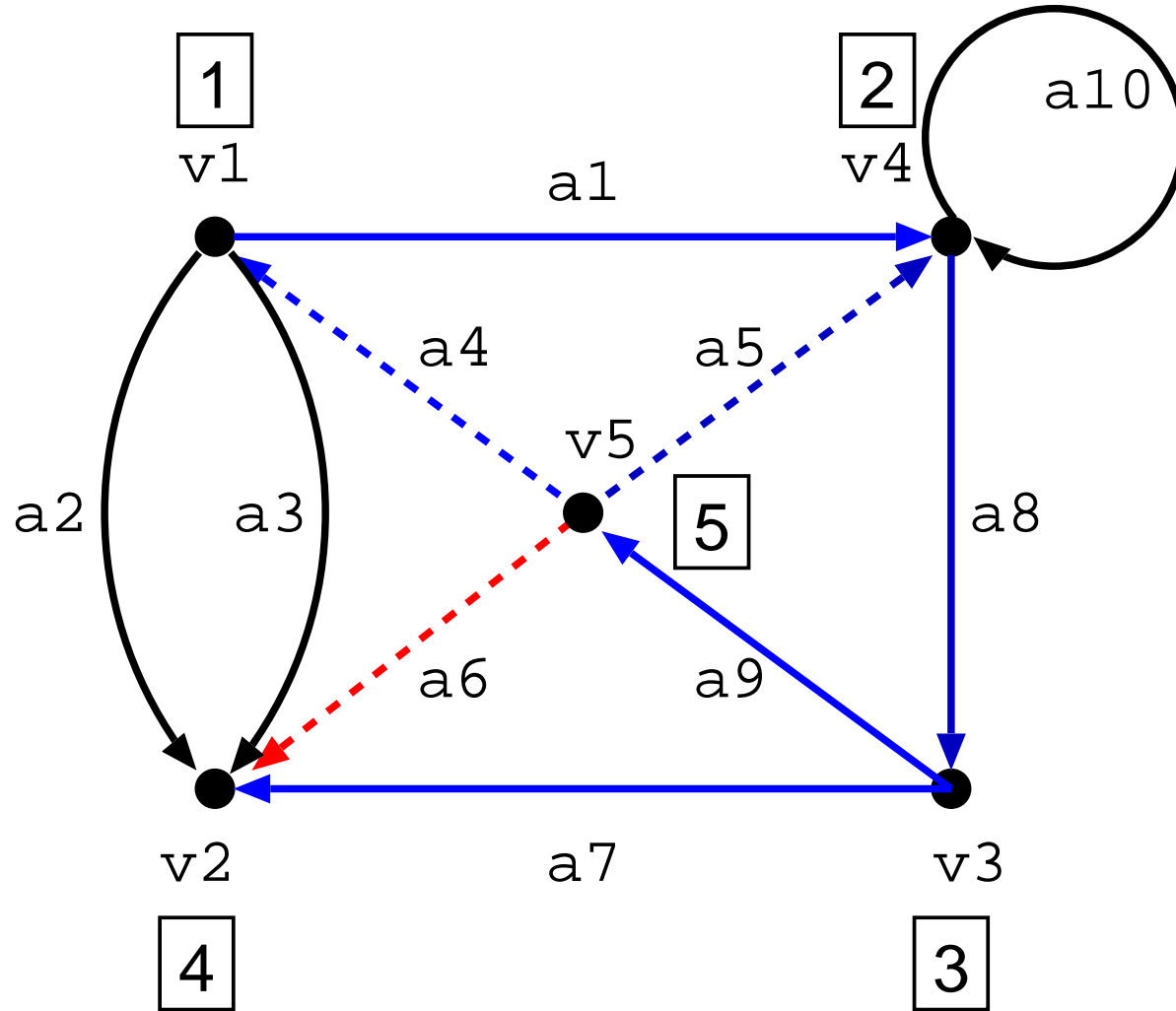
$i = 5$

$S$

$v_5$   
 $v_3$   
 $v_4$   
 $v_1$

$S$

# DFS 10 ~ 22



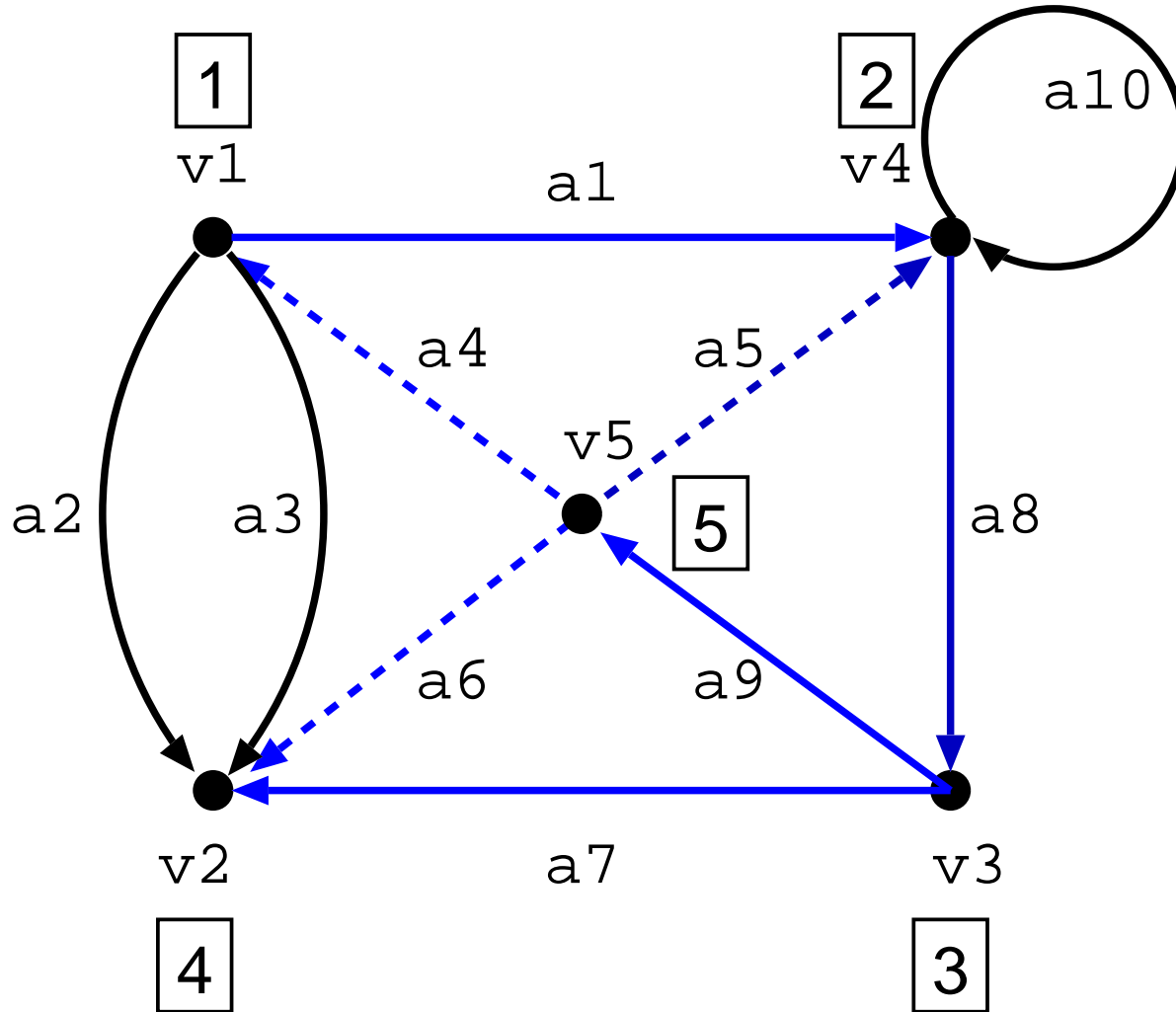
$v = v_5$

$a = a_6$

$w = v_2$

$i = 5$

# DFS 10 ~ 11



v= v5

a=

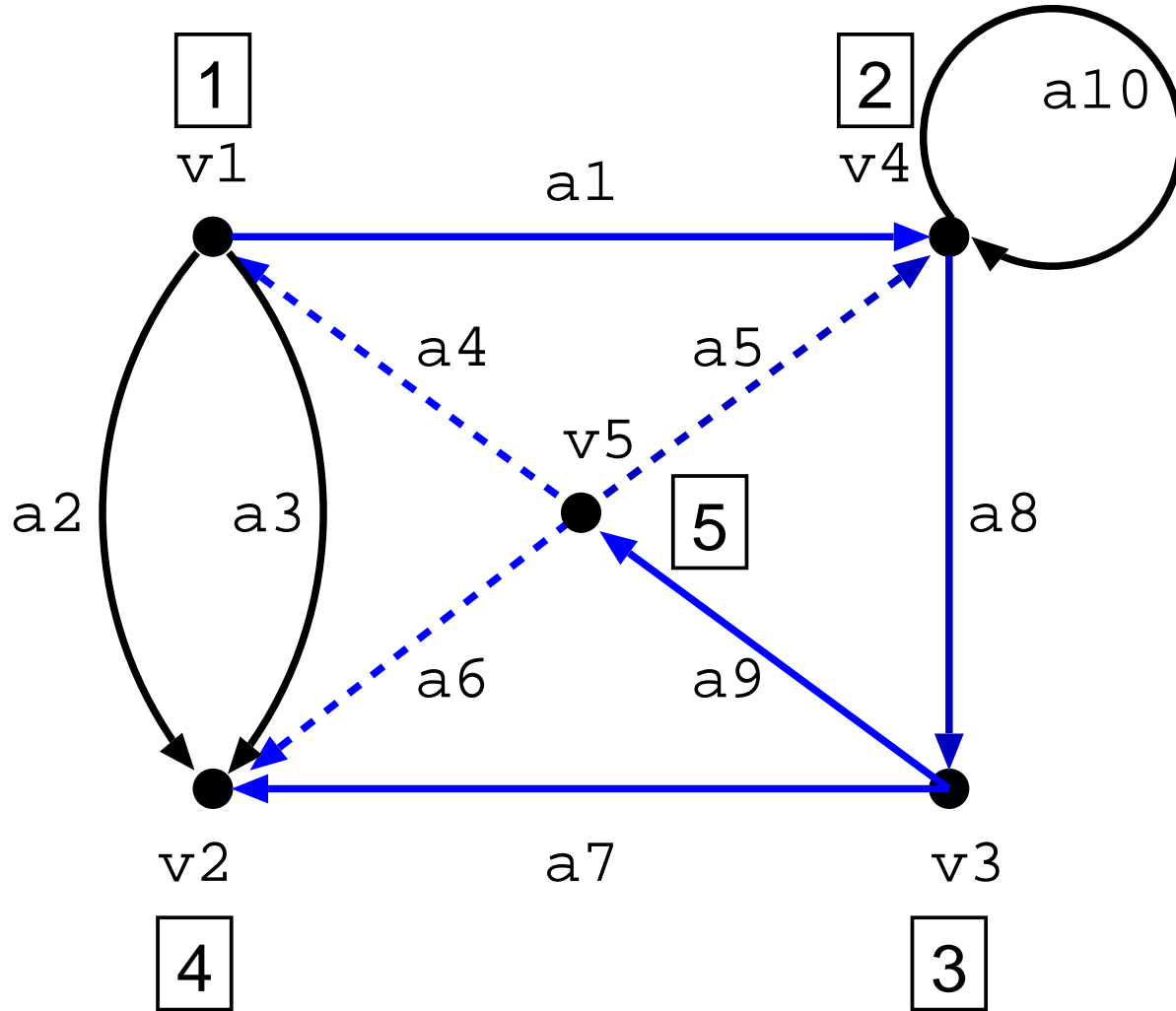
w=

i= 5

v5  
v3  
v4  
v1

S

# DFS 12

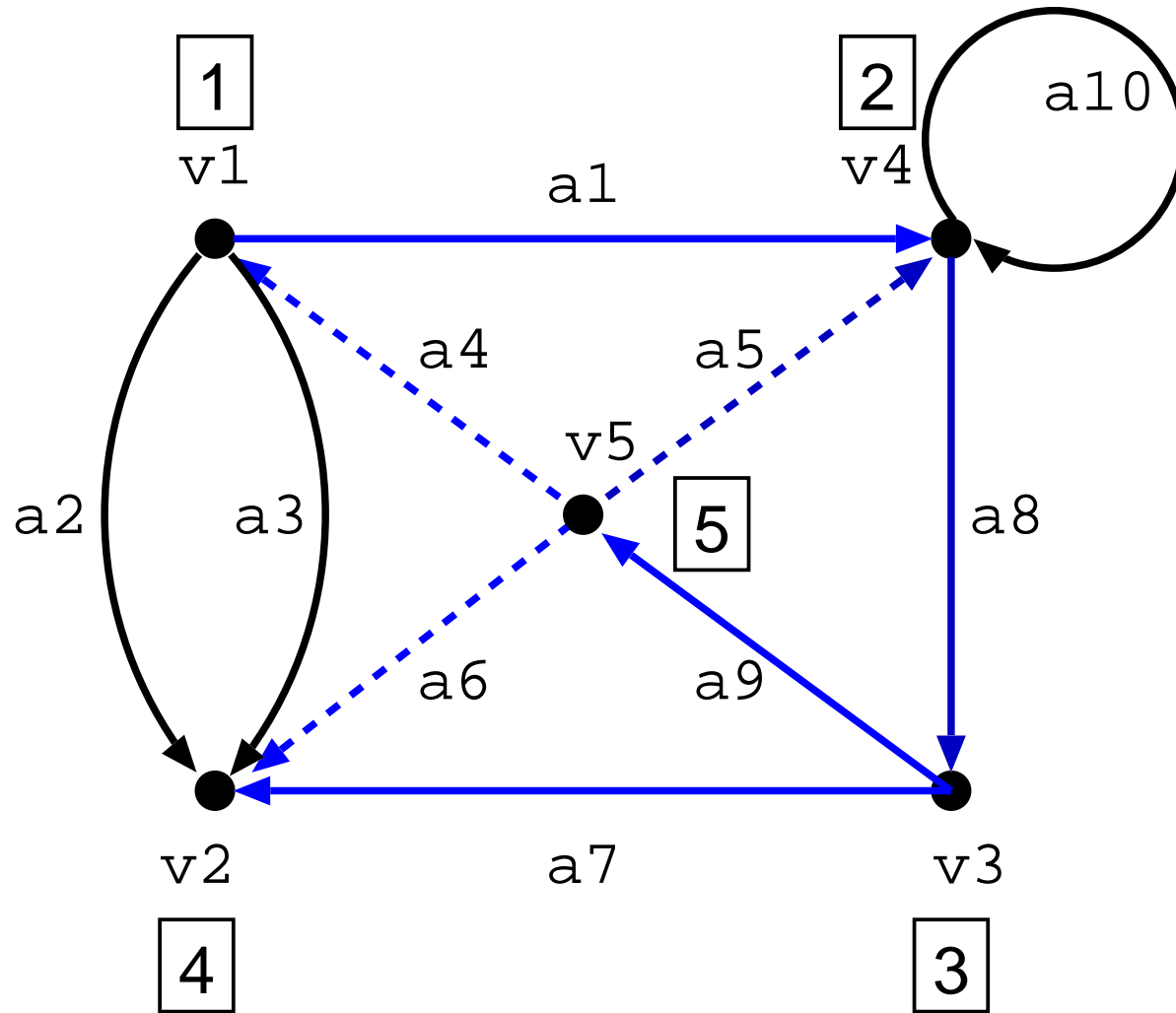


$S$

$v_3$
$v_4$
$v_1$

$v =$   
 $a =$   
 $w =$   
 $i = 5$

# DFS 10 ~ 11



v3  
v4  
v1  
S

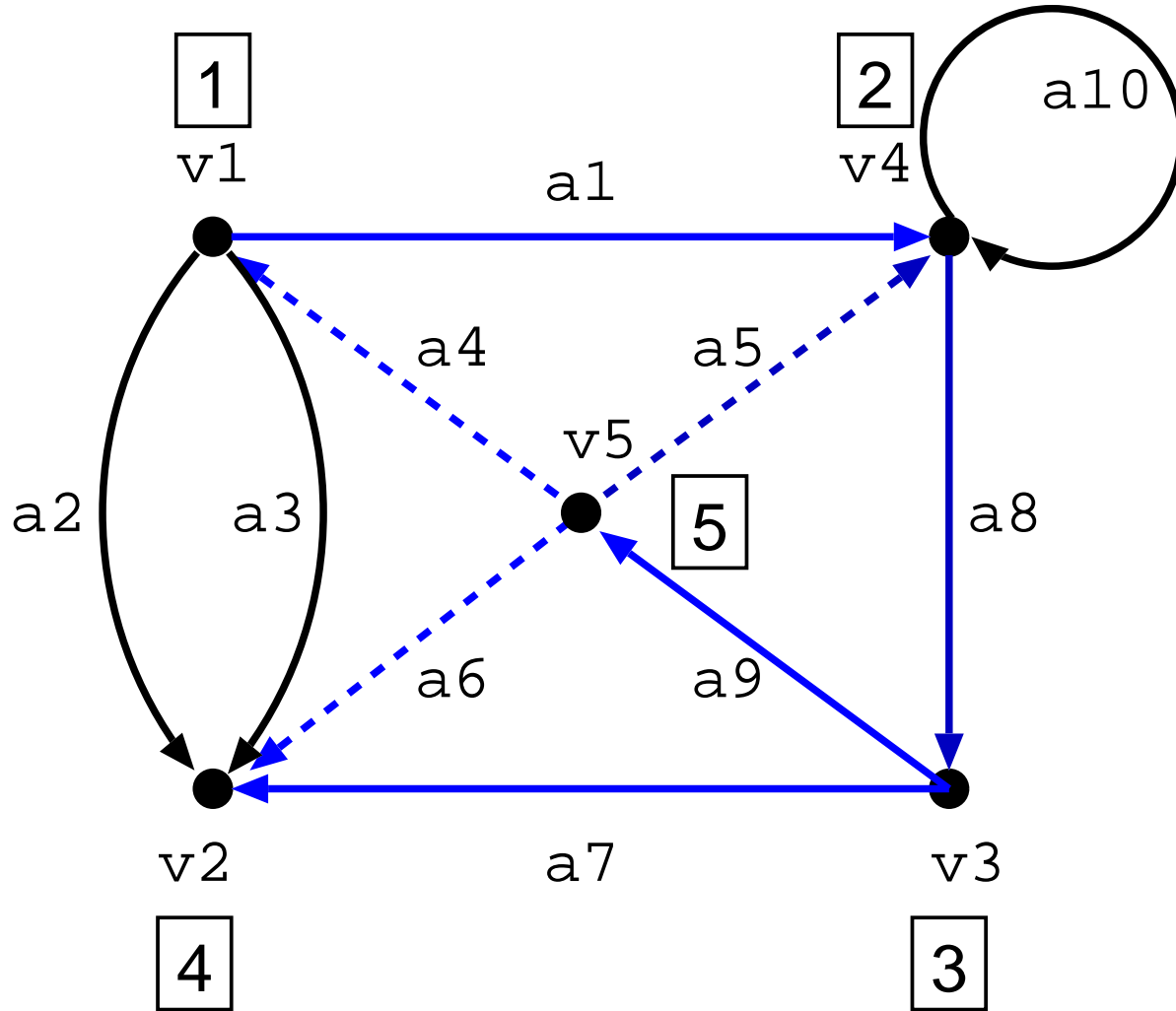
v= v3

a=

w=

i= 5

# DFS 12

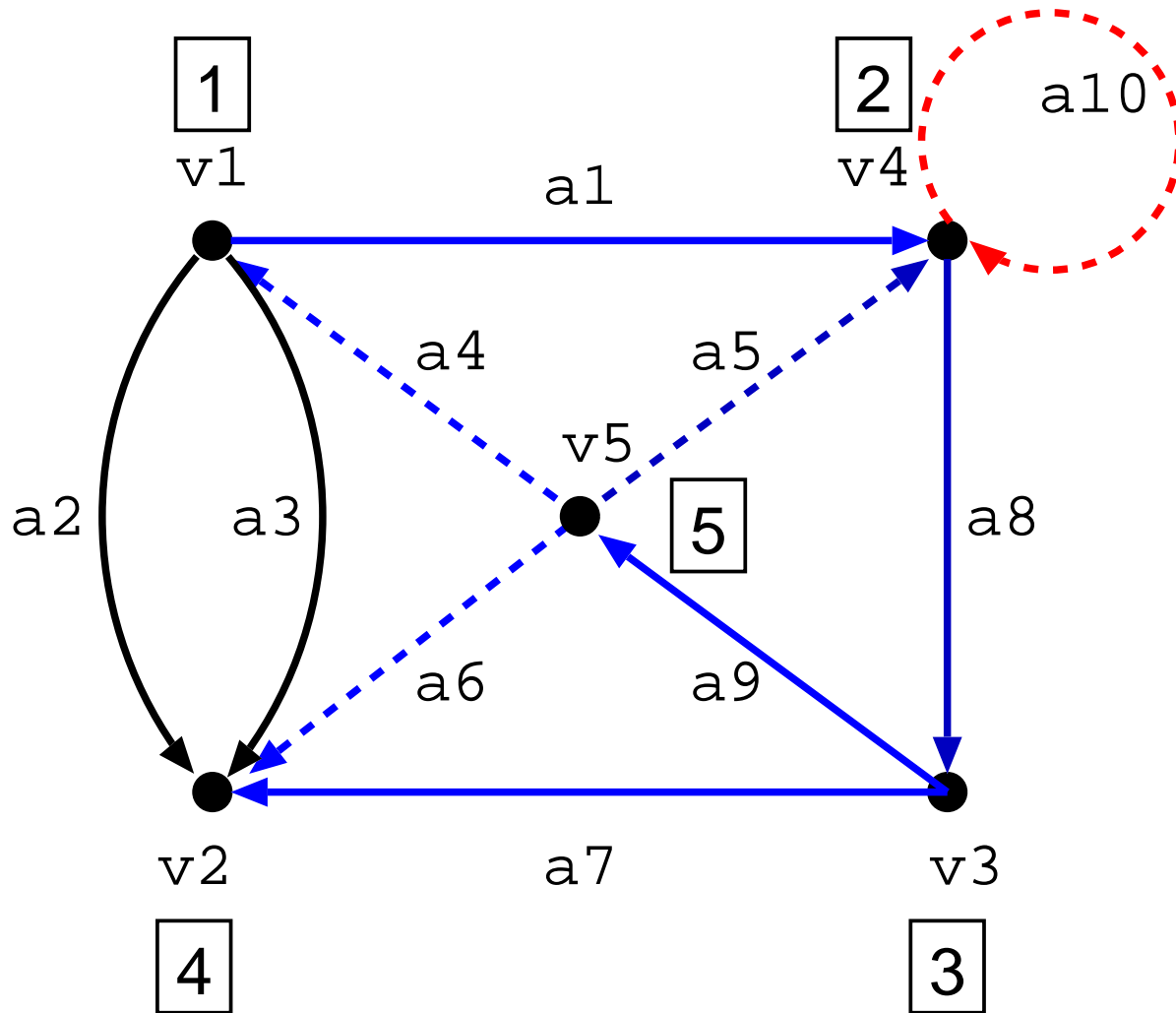


$v =$   
 $a =$   
 $w =$   
 $i = 5$

$S$   
 $v_4$   
 $v_1$



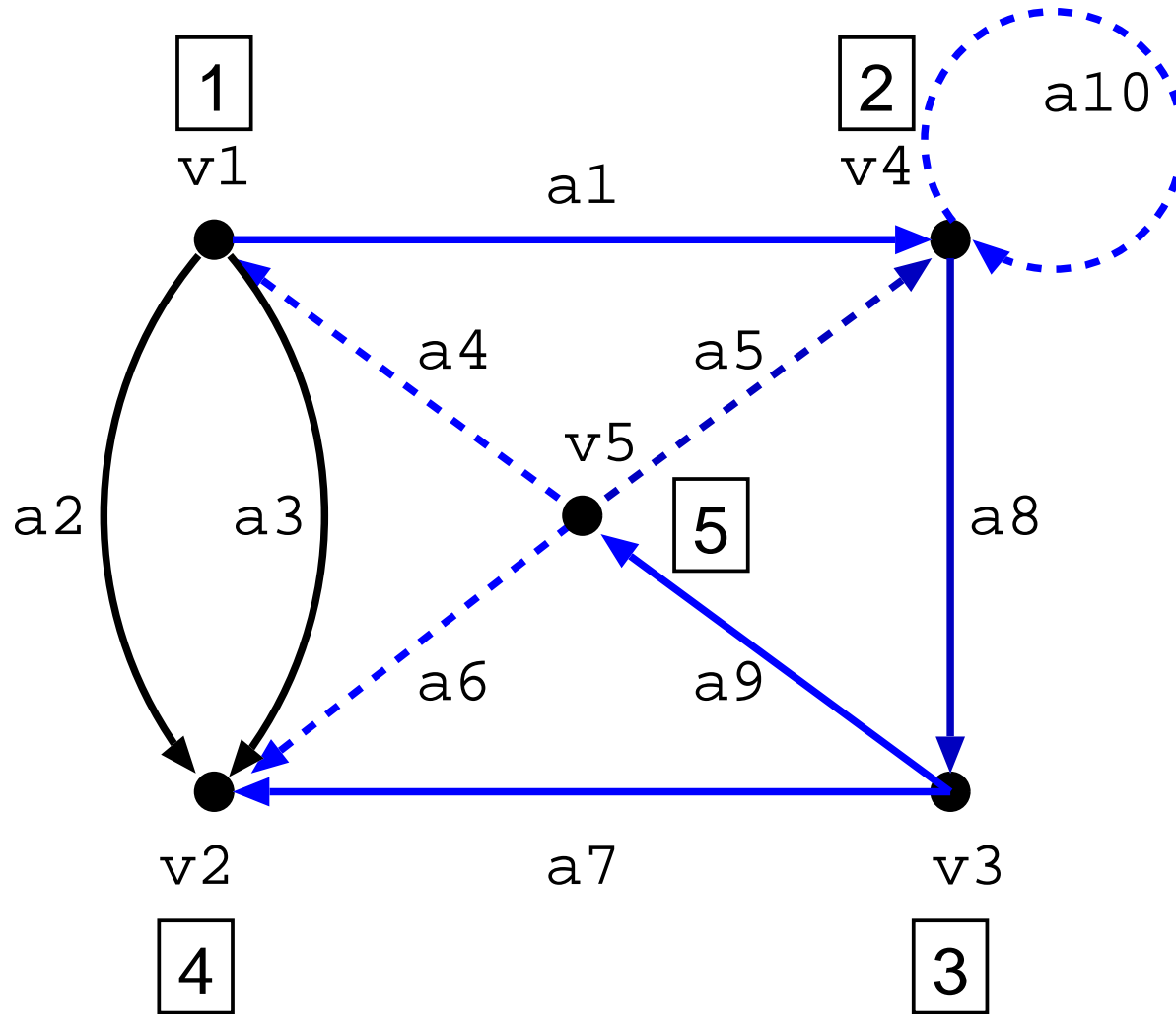
# DFS 10 ~ 22



v4  
v1  
S

v= v4  
a= a10  
w= v4  
i= 5

# DFS 10 ~ 11



$v = v_4$

$a =$

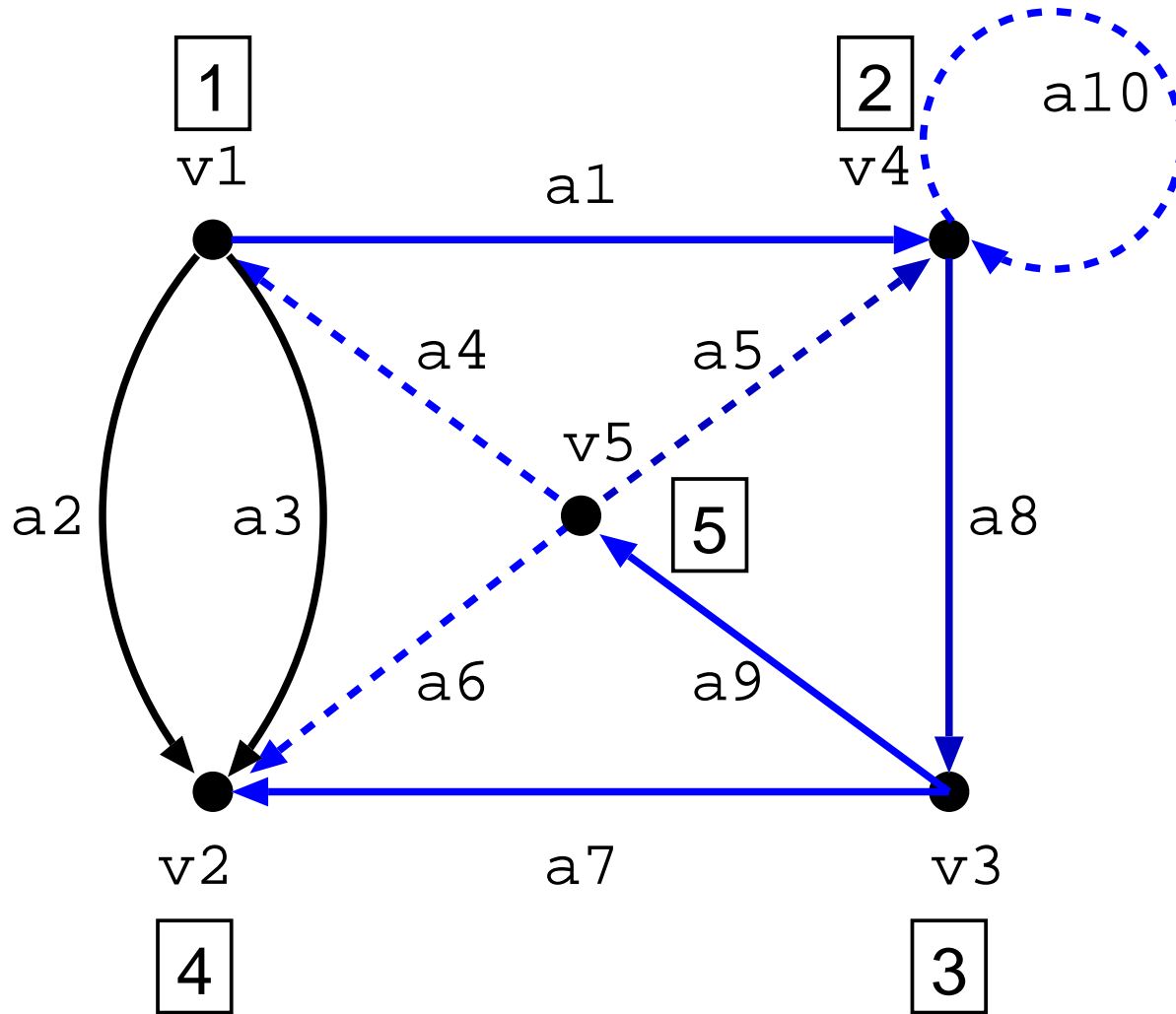
$w =$

$i = 5$

$S$

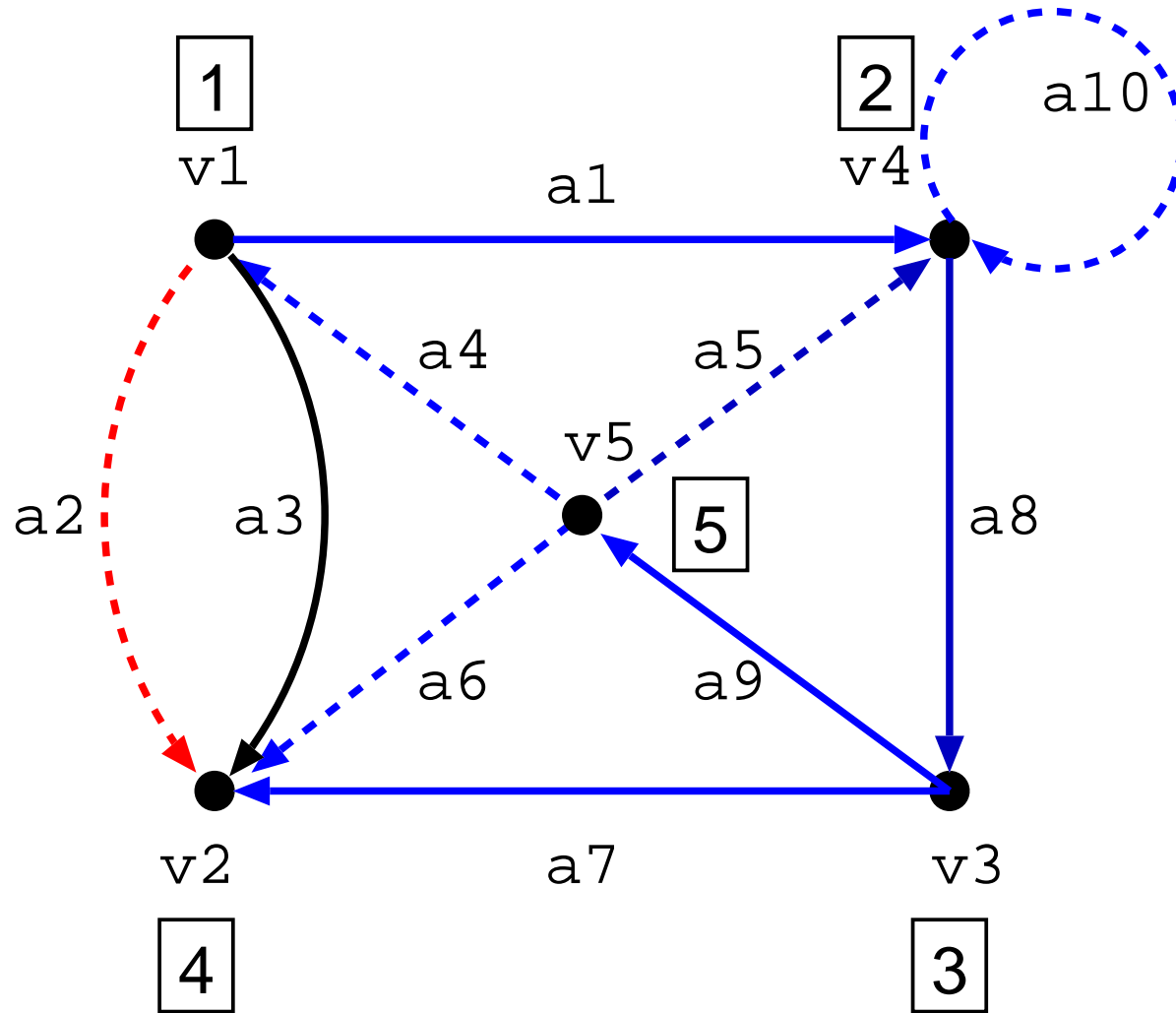
$v_4$   
 $v_1$

# DFS 12



$v =$   
 $a =$   
 $w =$   
 $i = 5$

# DFS 10 ~ 22



$v = v_1$

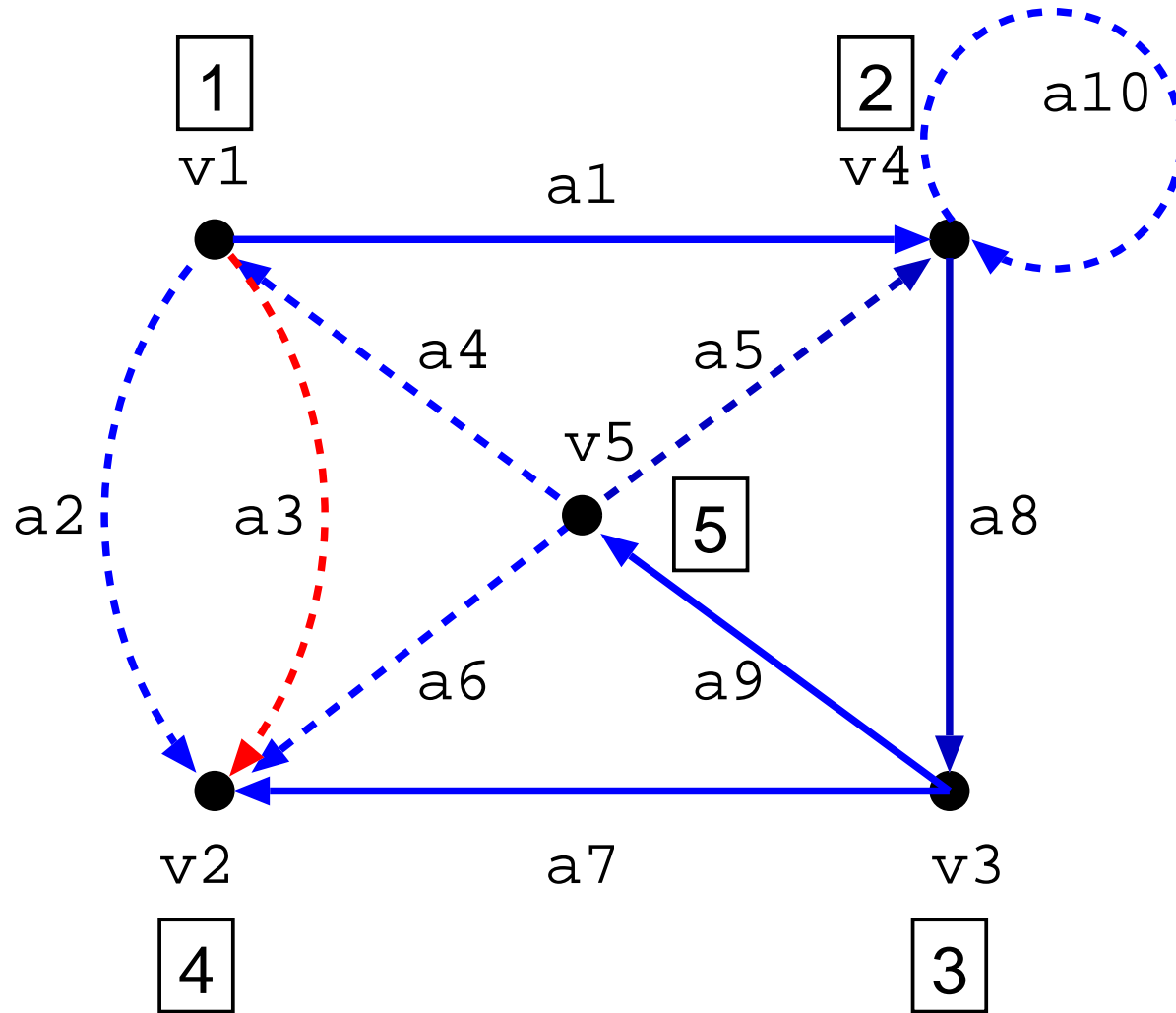
$a = a_2$

$w = v_2$

$i = 5$

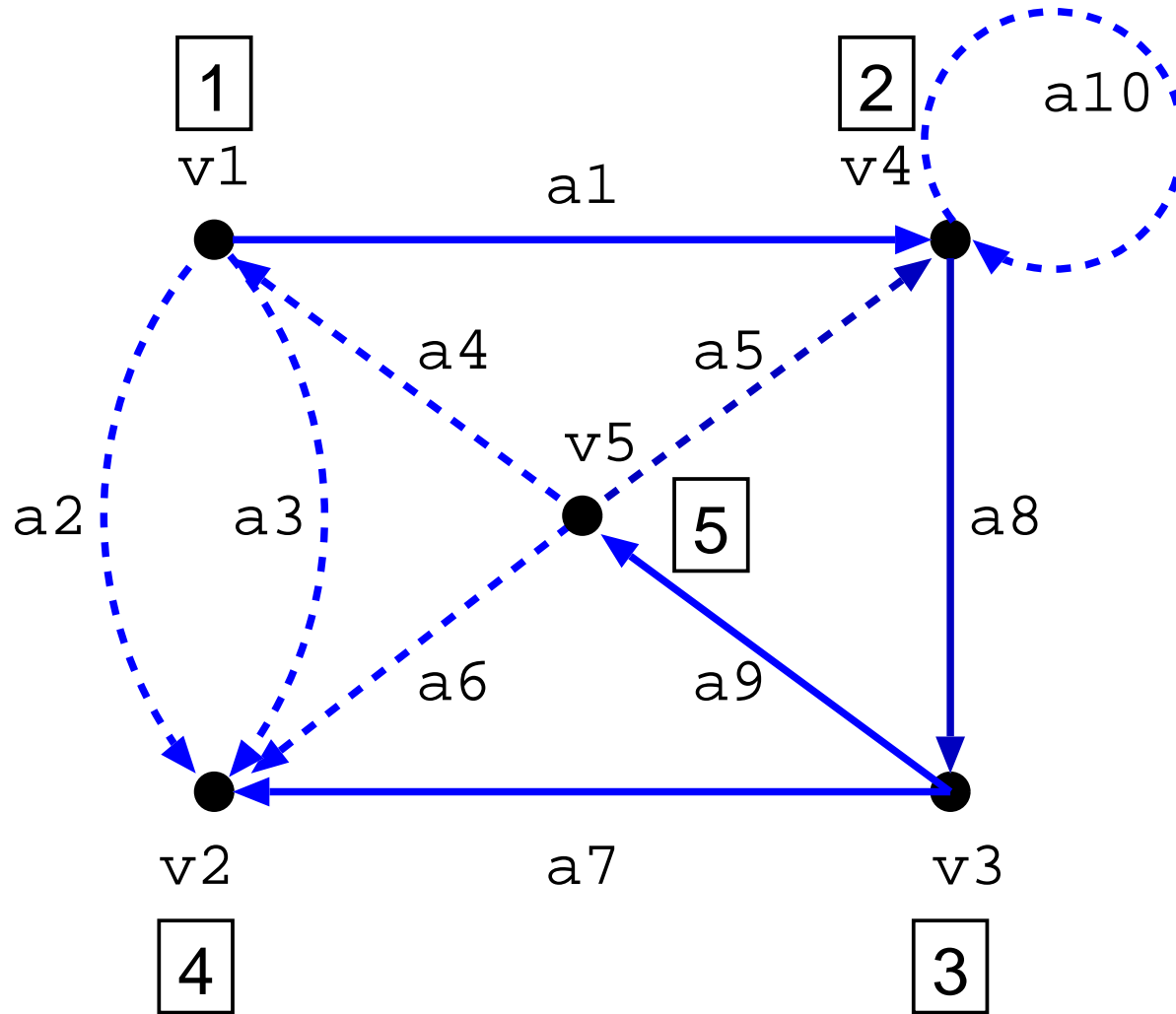
$S$   
v1

# DFS 10 ~ 22



v= v1  
a= a3  
w= v2  
i= 5

# DFS 10 ~ 11



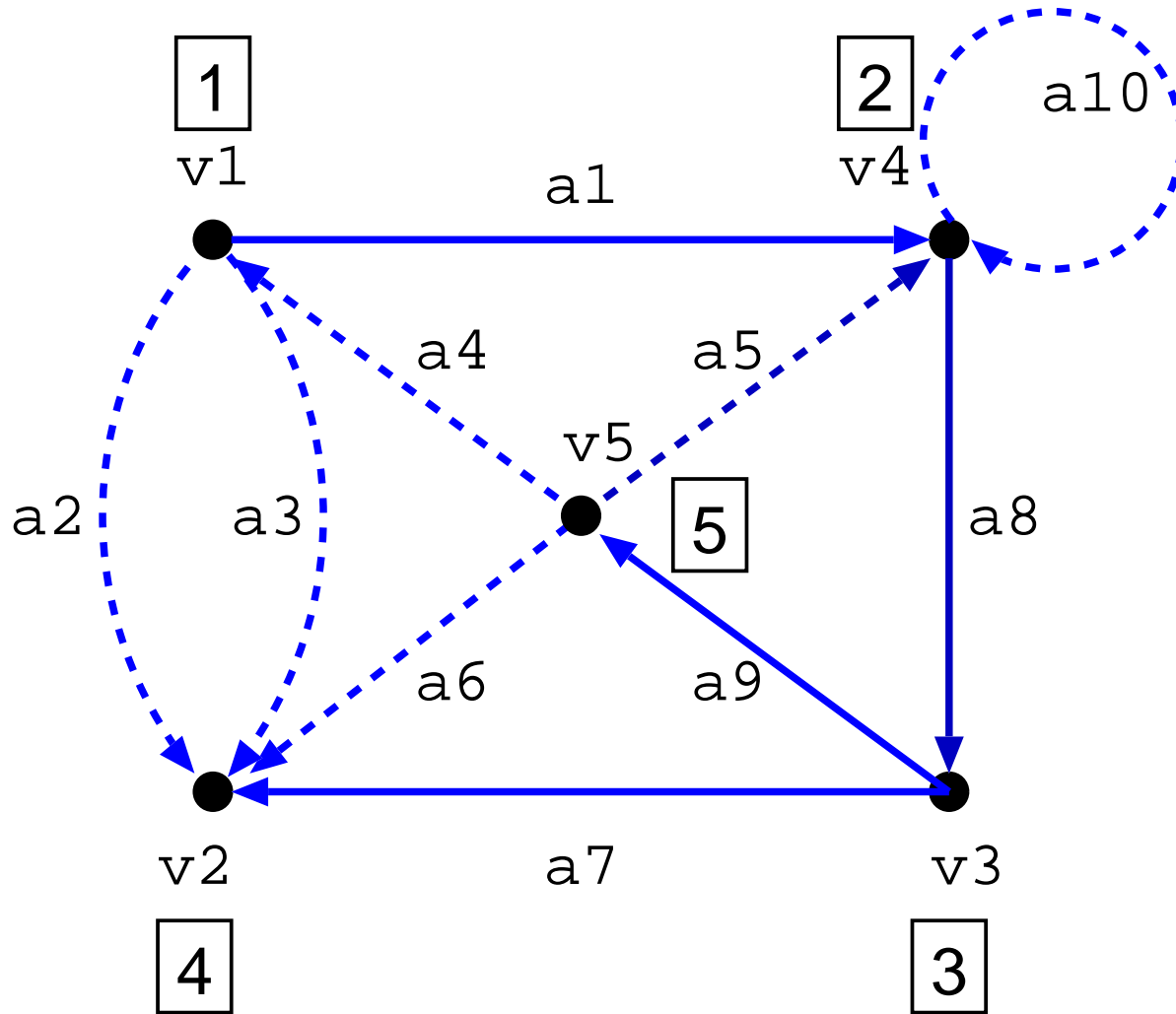
$v = v_1$

$a =$

$w =$

$i = 5$

# DFS 12

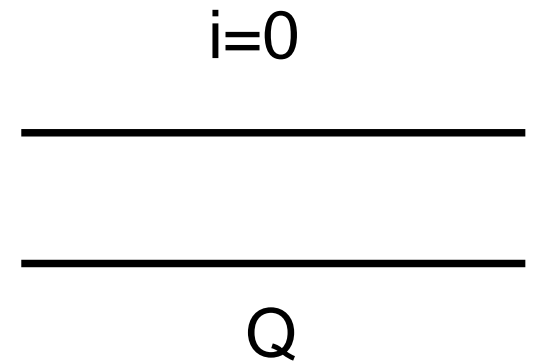
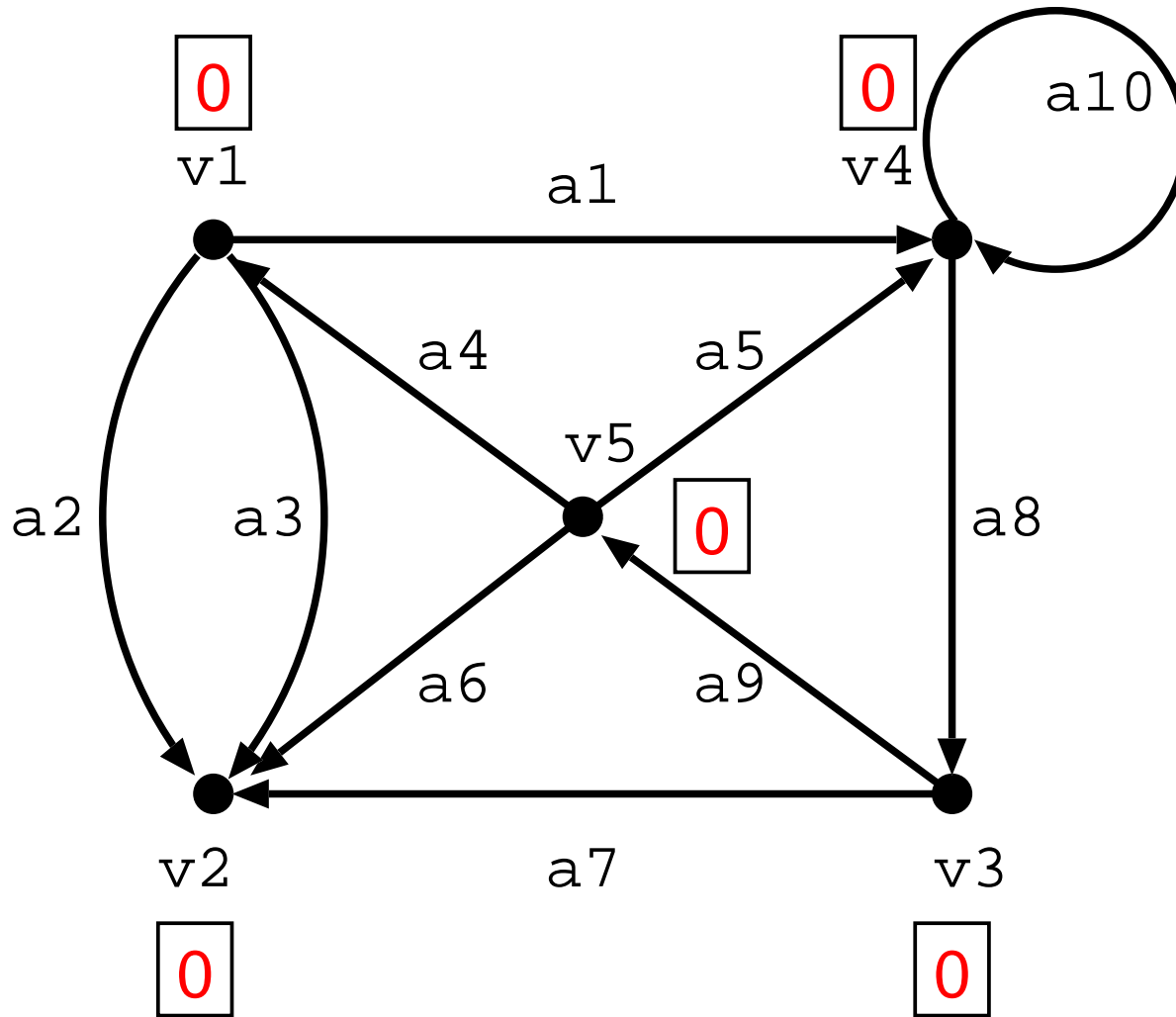


$v =$   
 $a =$   
 $w =$   
 $i = 5$

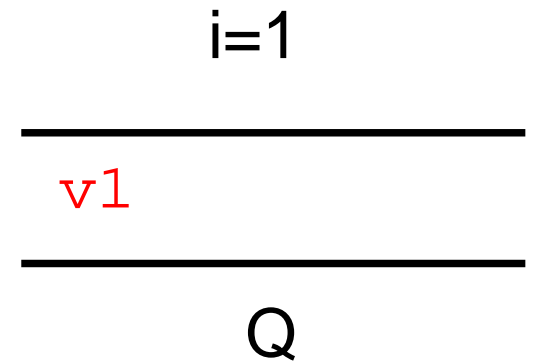
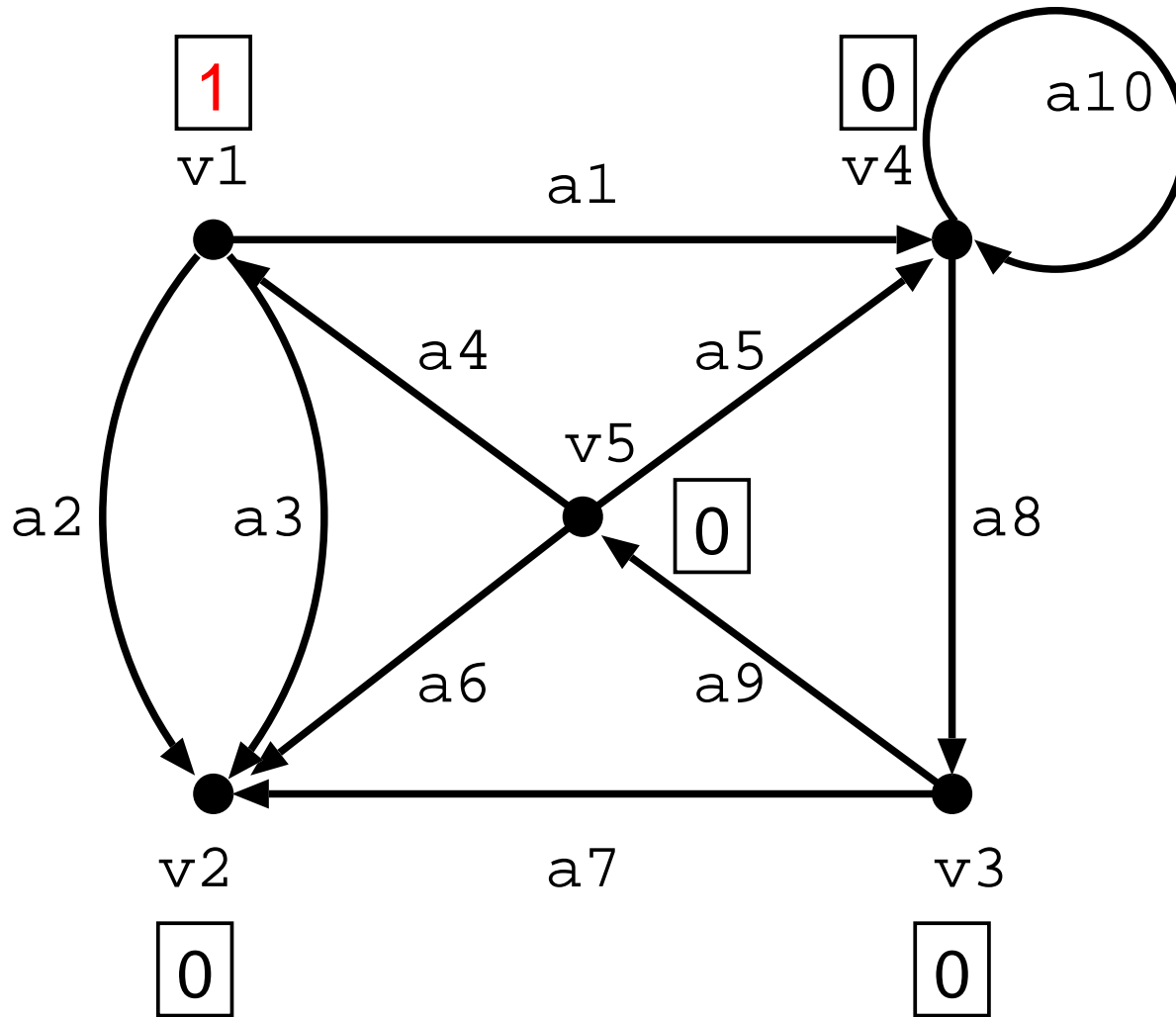
# 幅優先探索 (BFS)



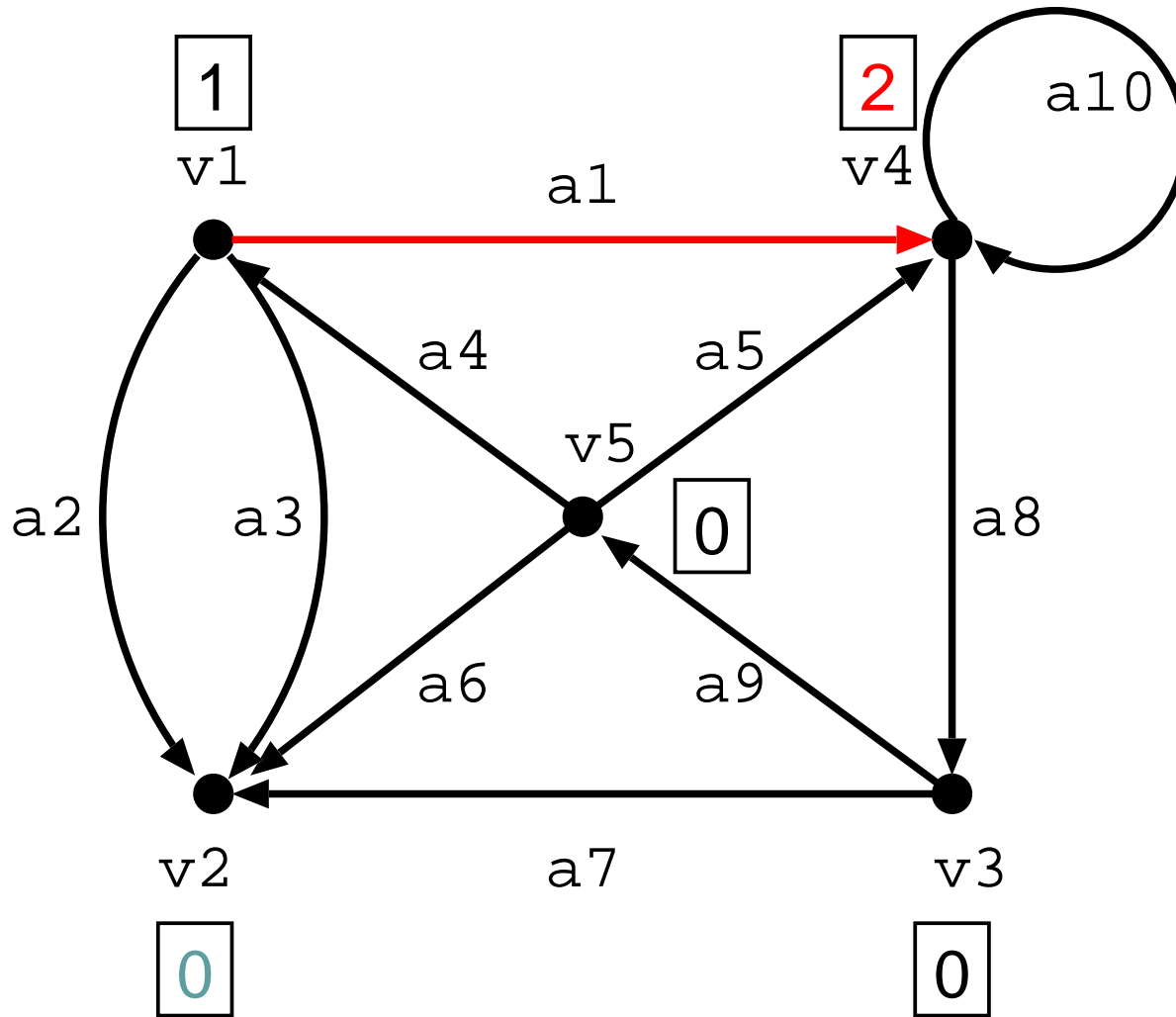
# BFS 1 ~ 6



# BFS 7 ~ 9



# BFS 10 ~ 22



$V = v_1$

$a = a_1$

$W = v_4$

$i = 2$

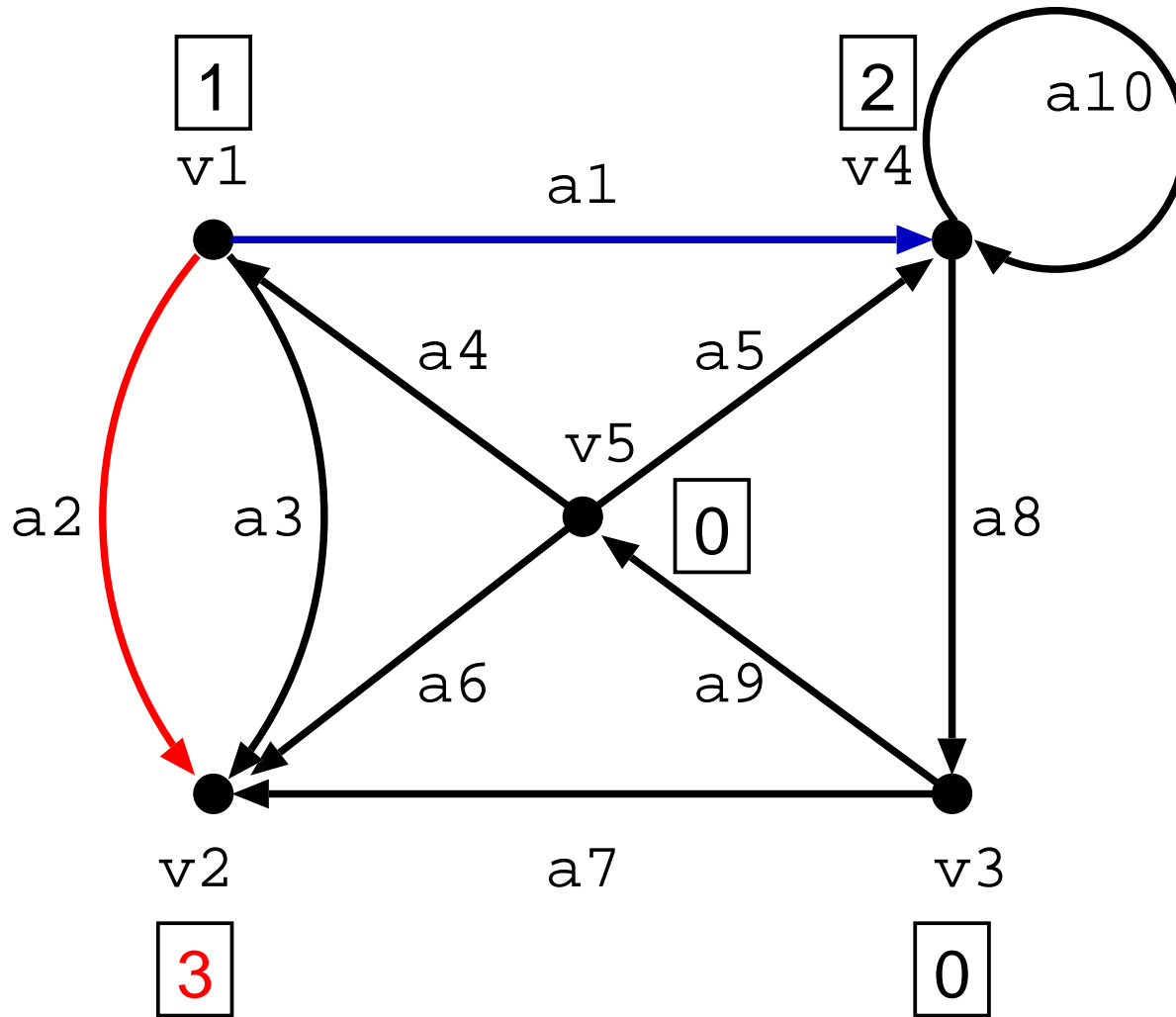
---

$v_1 \ v_4$

---

$Q$

# BFS 10 ~ 22



$V = v_1$

$a = a_2$

$W = v_2$

$i = 3$

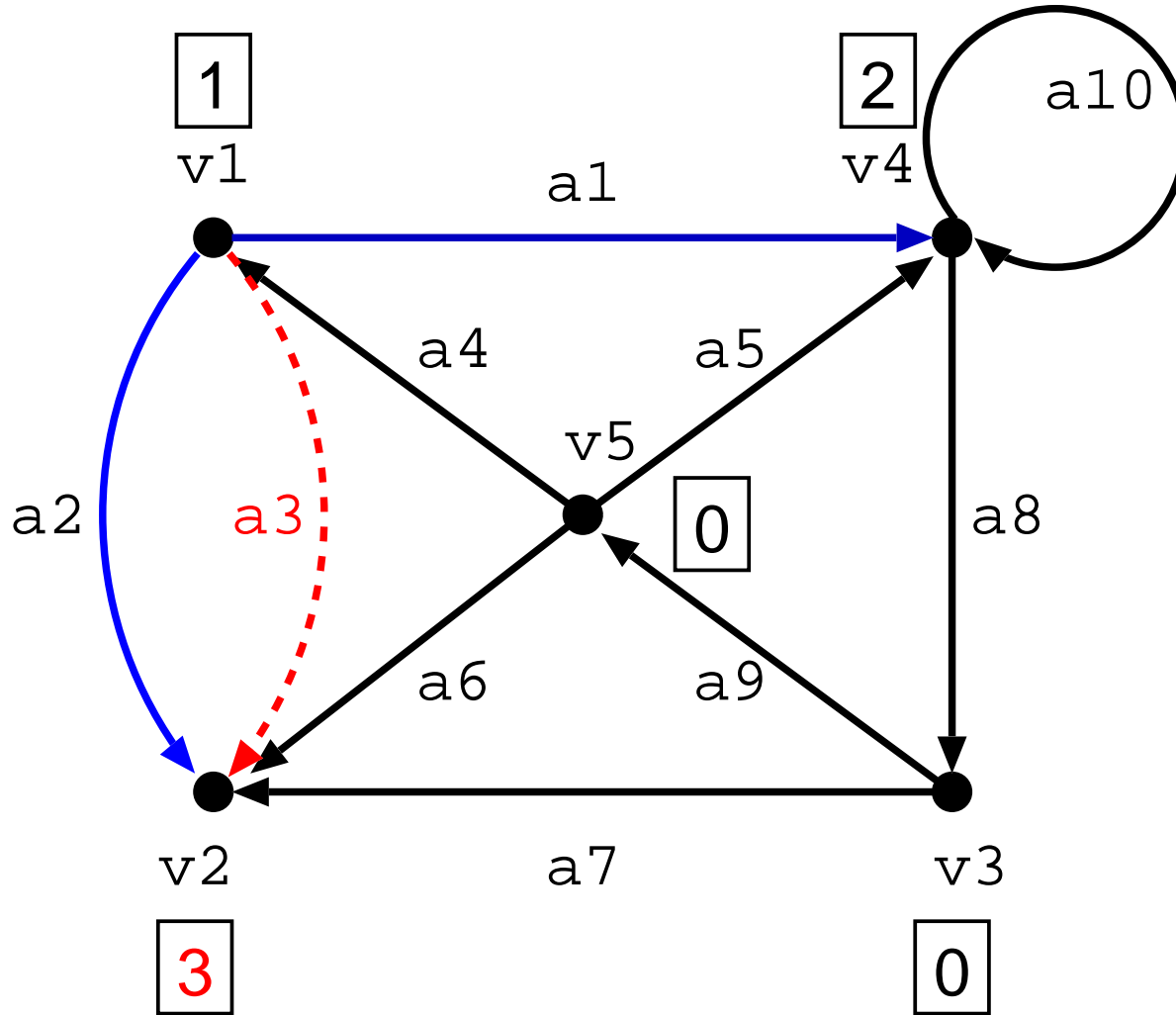
---

$v_1 \ v_4 \ v_2$

---

Q

# BFS 10 ~ 22



$V = v_1$

$a = a_3$

$W = v_2$

$i = 3$

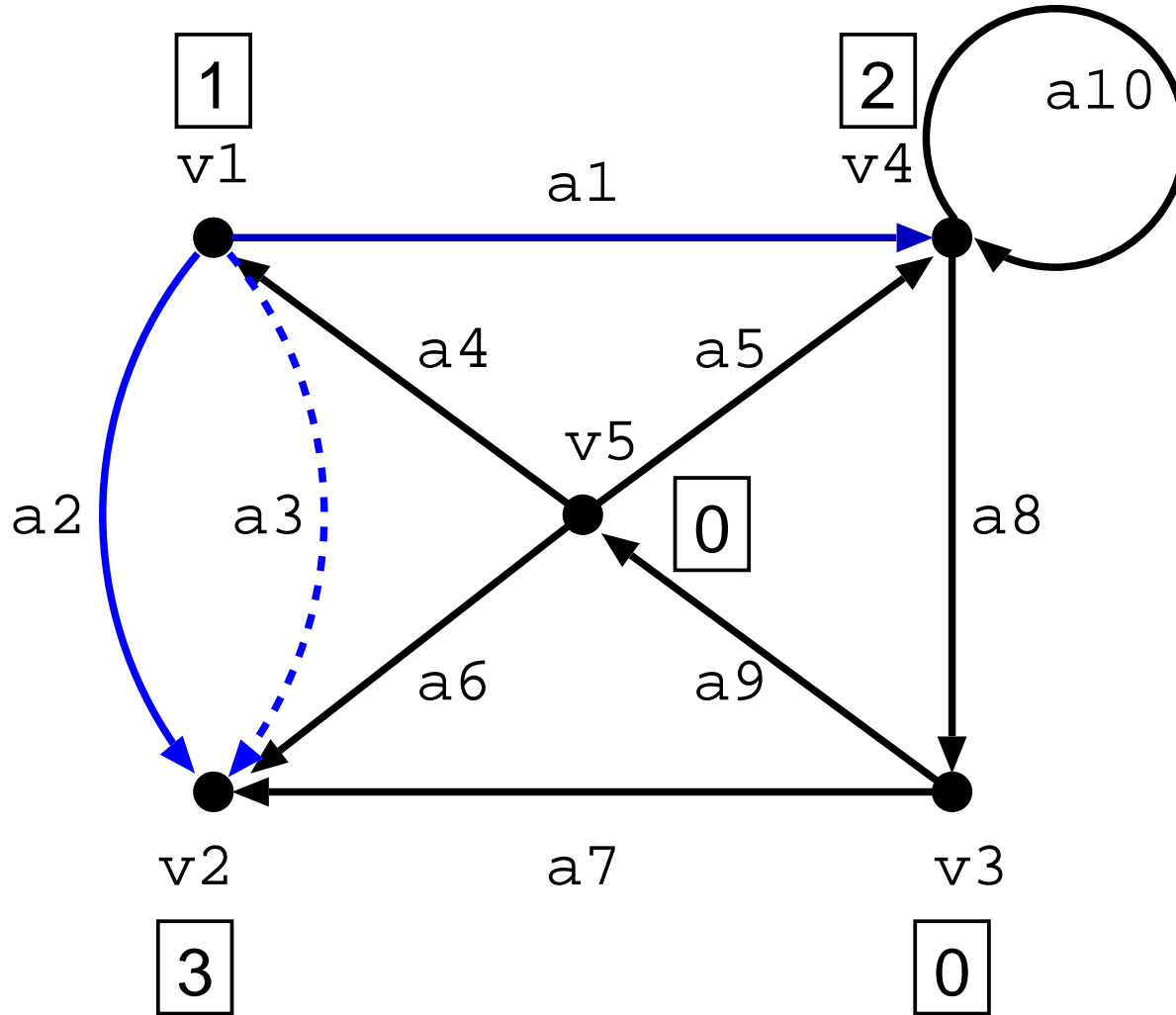
---

$v_1 \ v_4 \ v_2$

---

$Q$

# BFS 10 ~ 11



$v = v_1$

$a =$

$w =$

$i = 3$

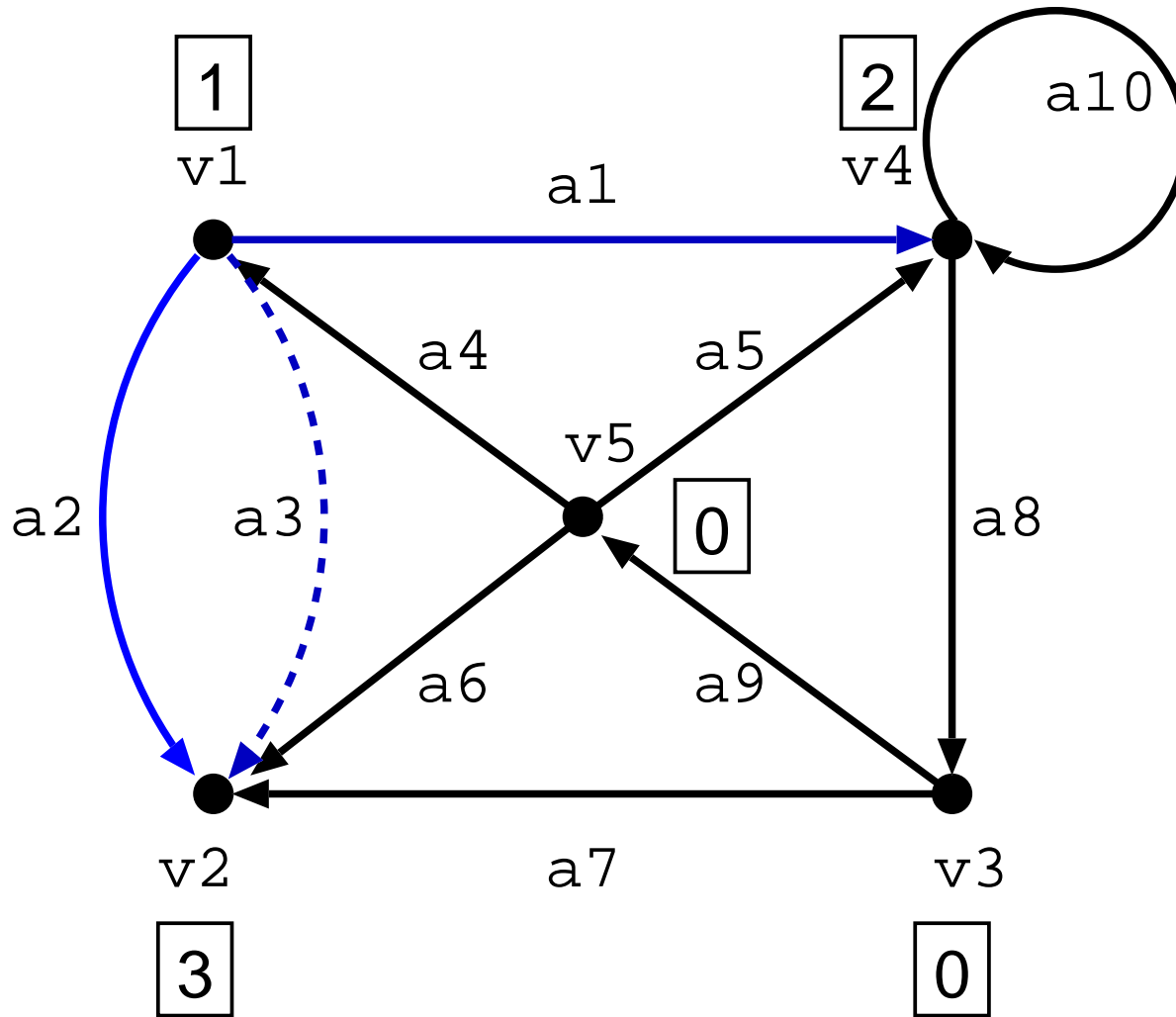
---

$v_1 \ v_4 \ v_2$

---

$Q$

# BFS 12



V=

a=

W=

i=3

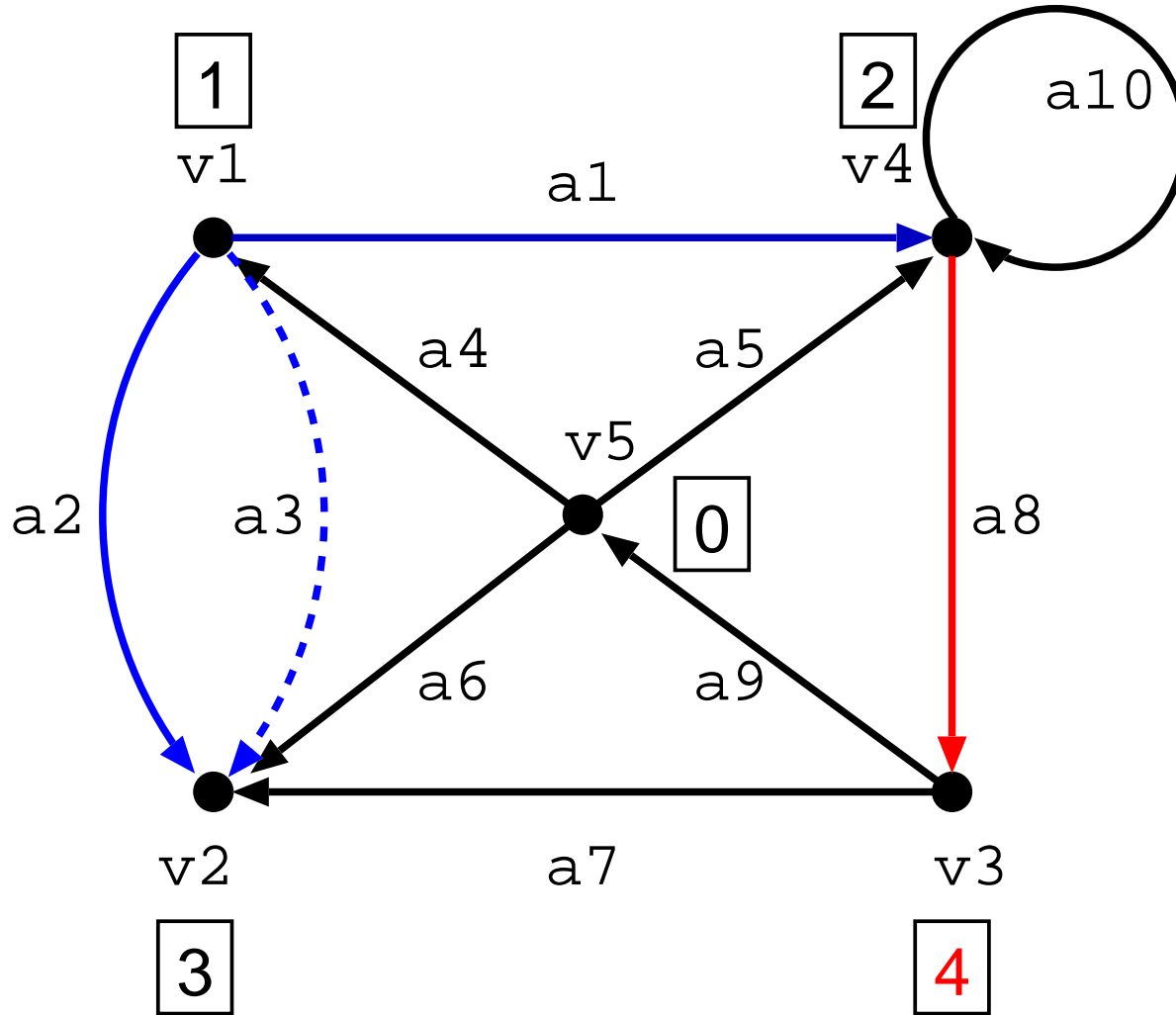
---

v4 v2

---

Q

# BFS 10 ~ 22



$v = v_4$

$a = a_8$

$w = v_3$

$i = 4$

---

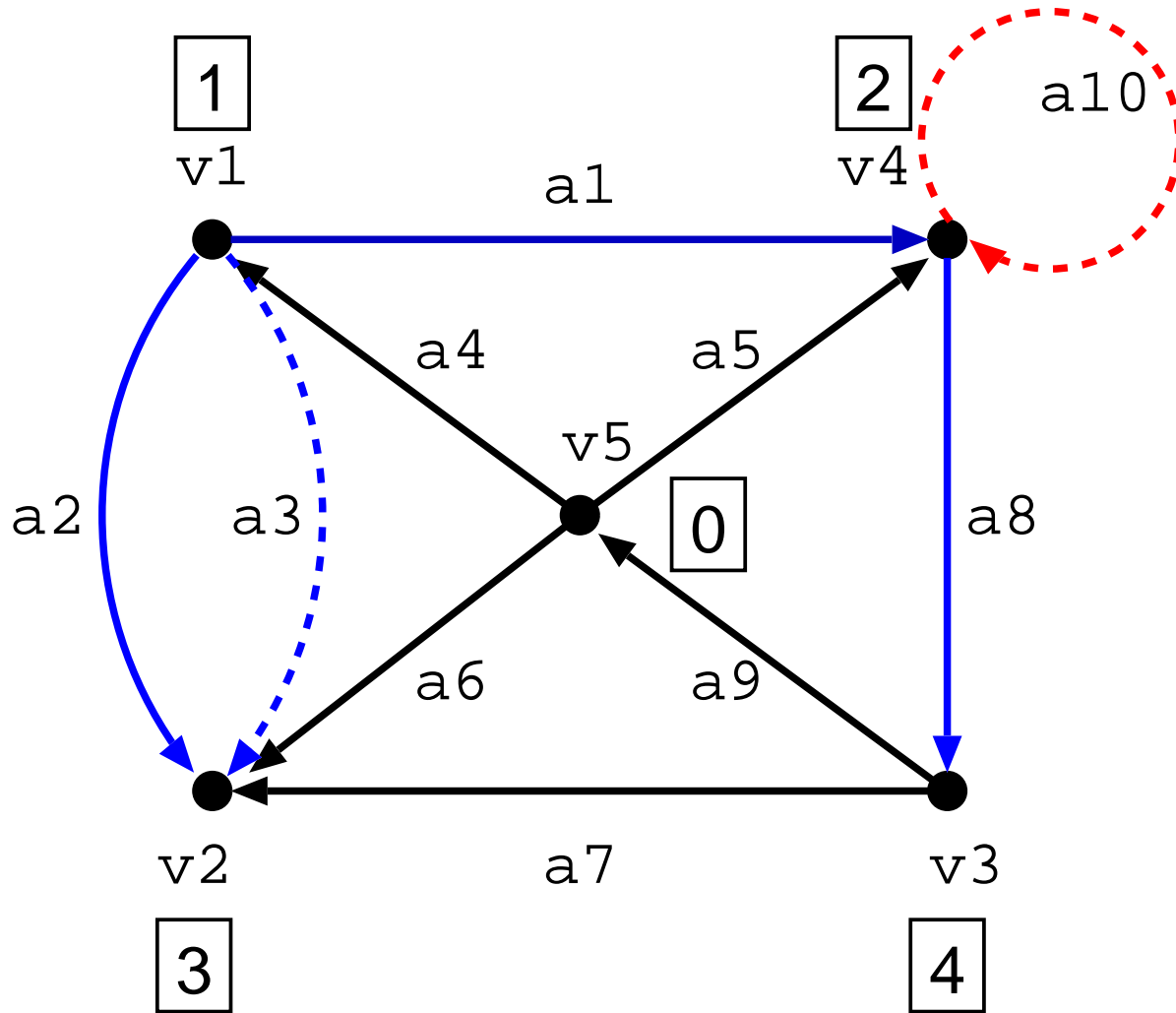
$v_4$   $v_2$   $v_3$

---

Q



# BFS 10 ~ 22



$V = v_4$

$a = a_{10}$

$W = v_4$

$i = 4$

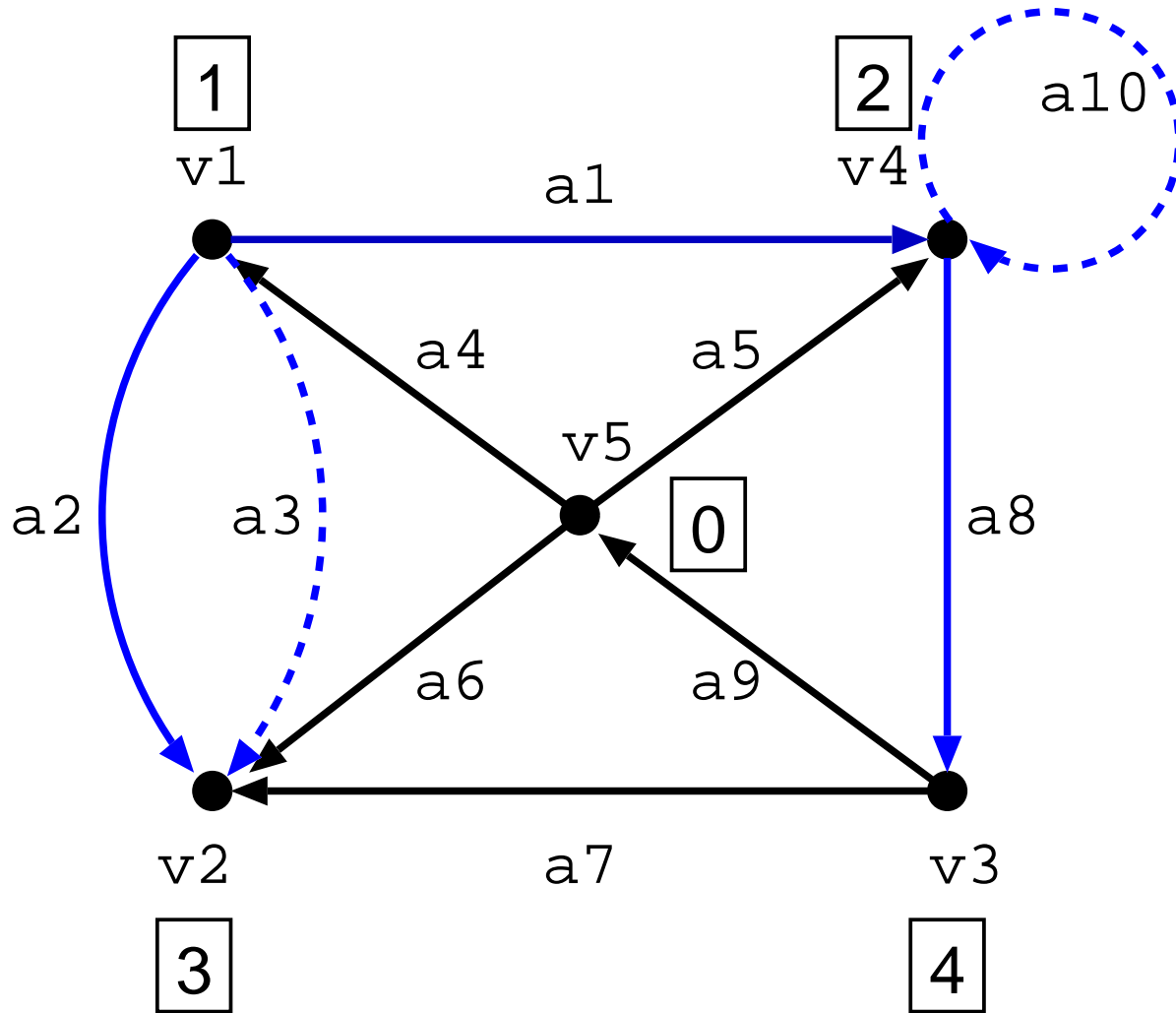
---

$v_4 \ v_2 \ v_3$

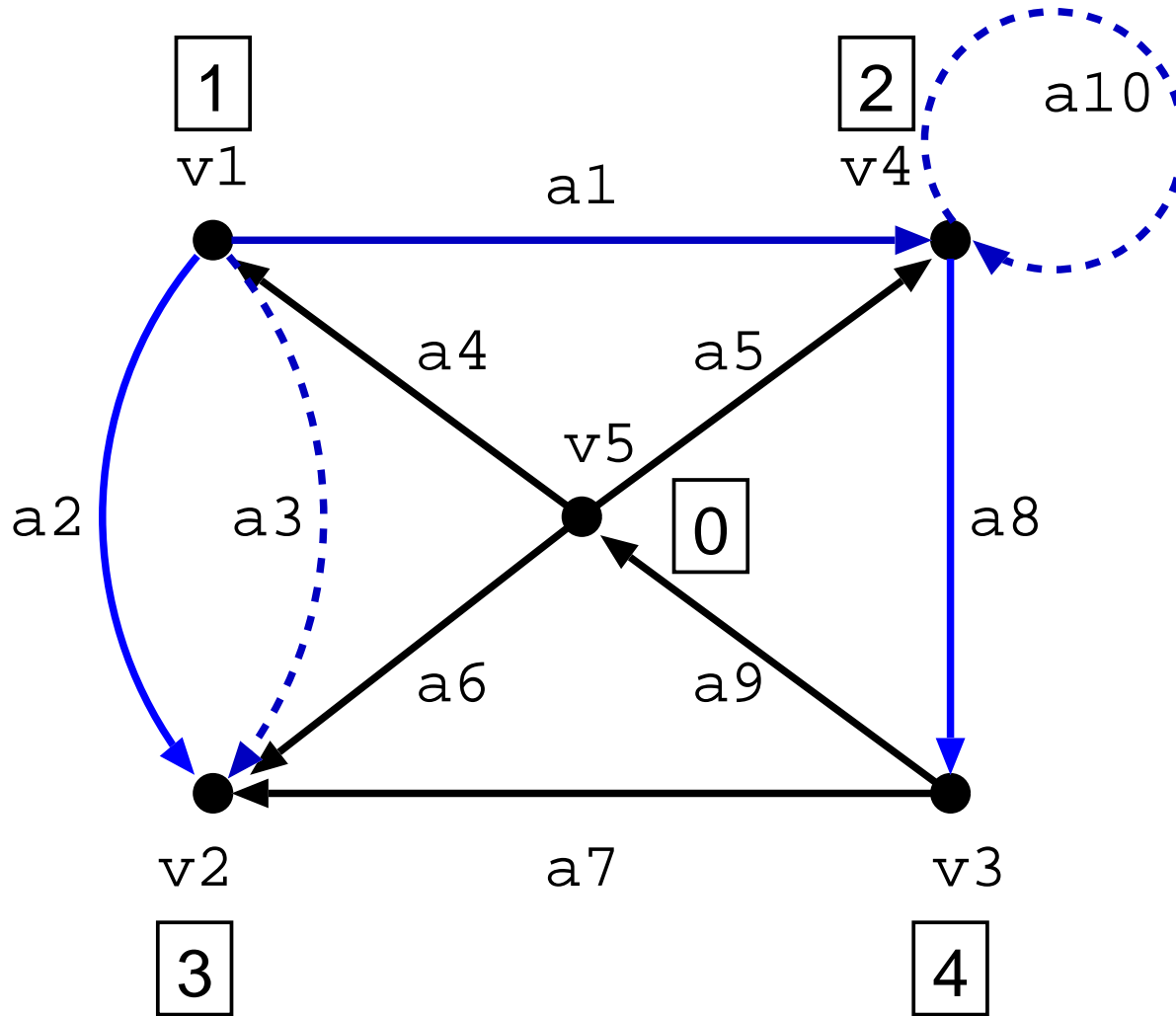
---

Q

# BFS 10 ~ 11



# BFS 12



$V =$

$a =$

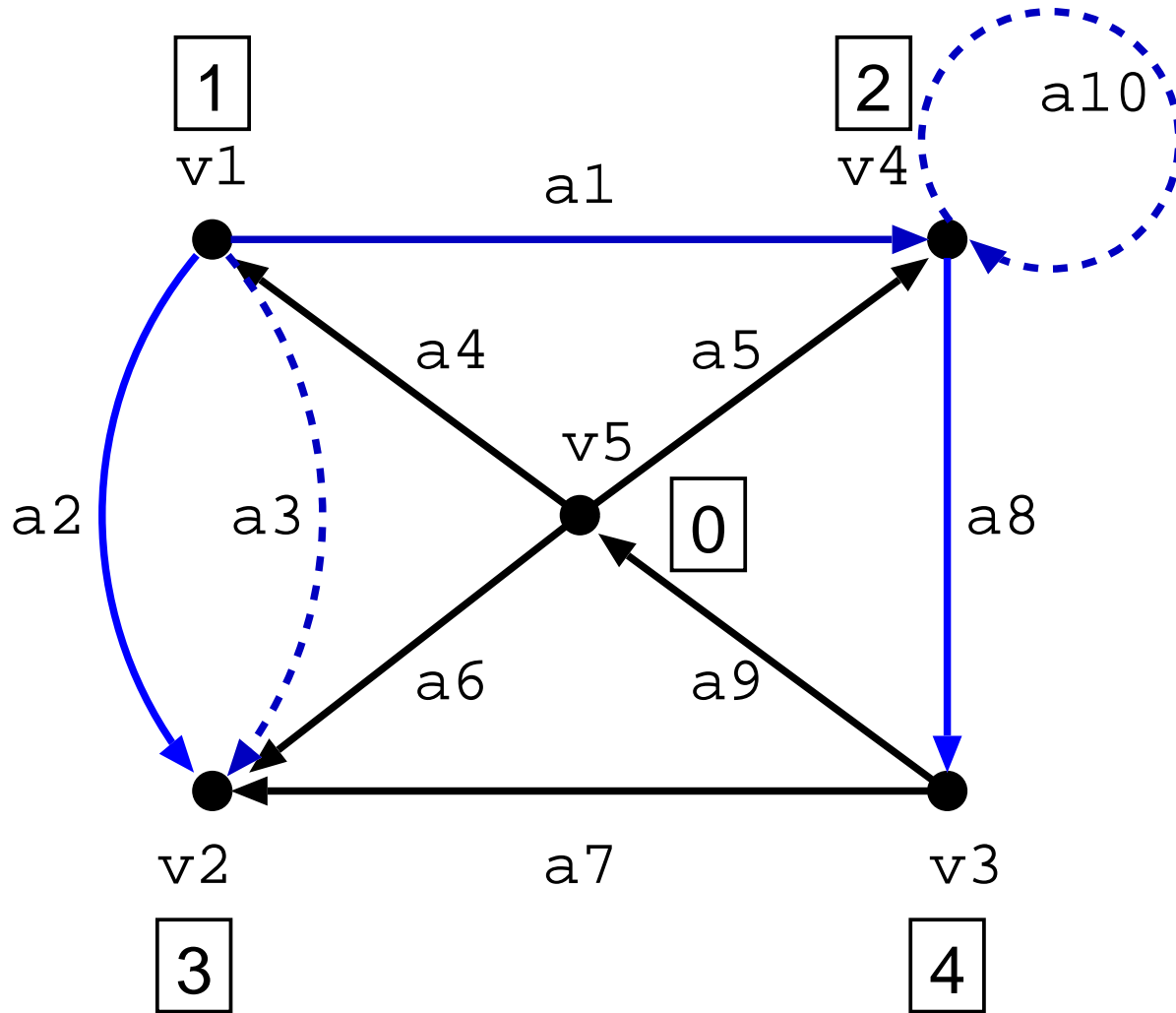
$W =$

$i = 4$

$v_2 \ v_3$

$Q$

# BFS 10 ~ 11



$v = v_2$

$a =$

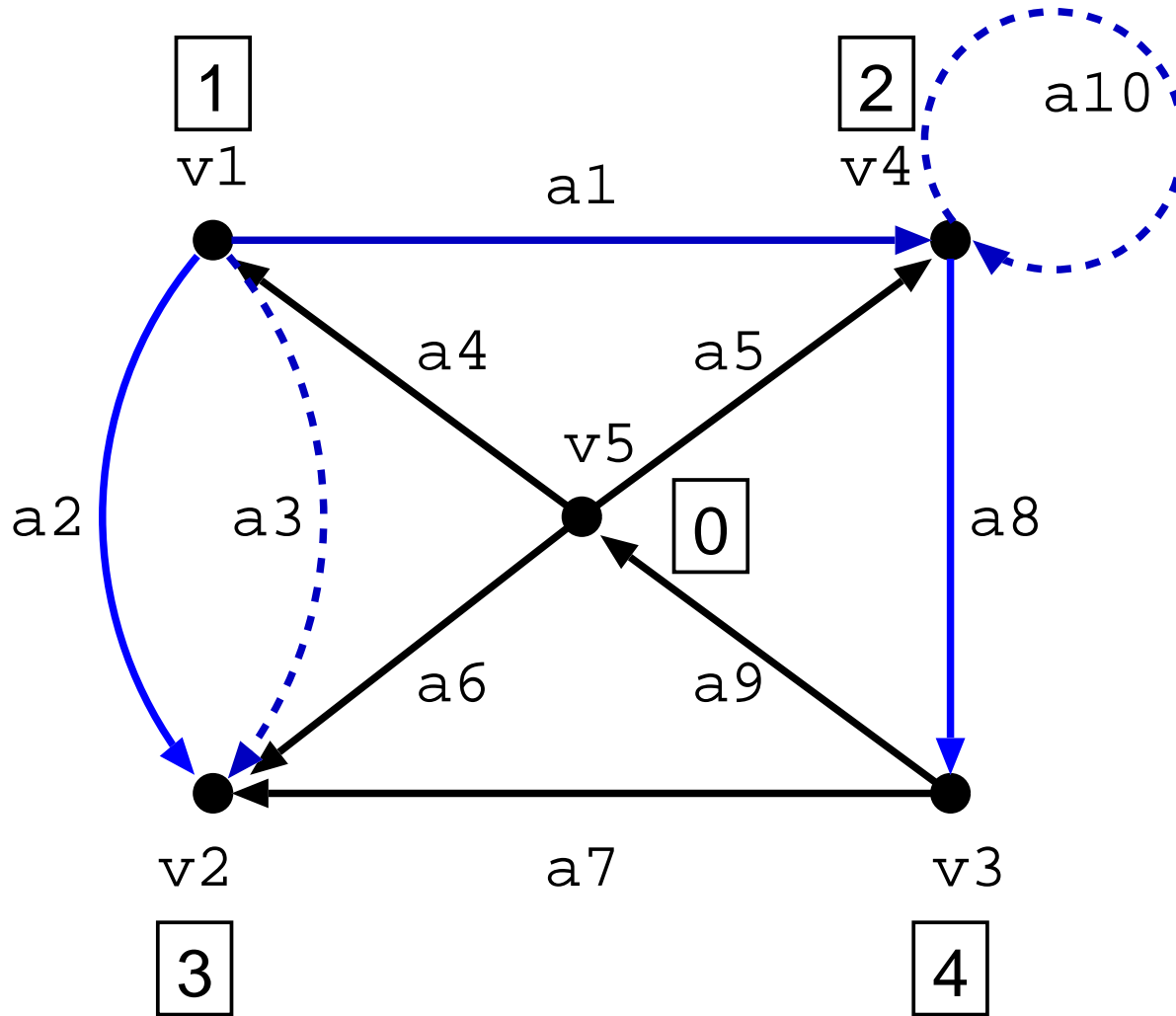
$w =$

$i = 4$

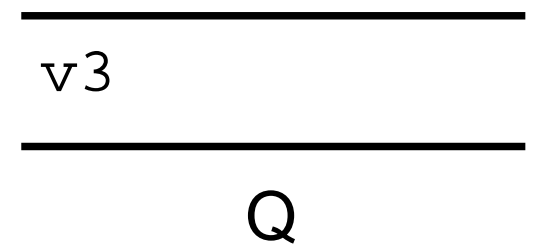
$v_2$   $v_3$

$Q$

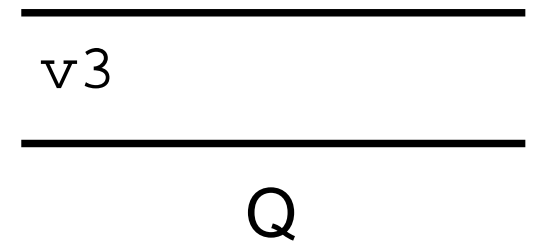
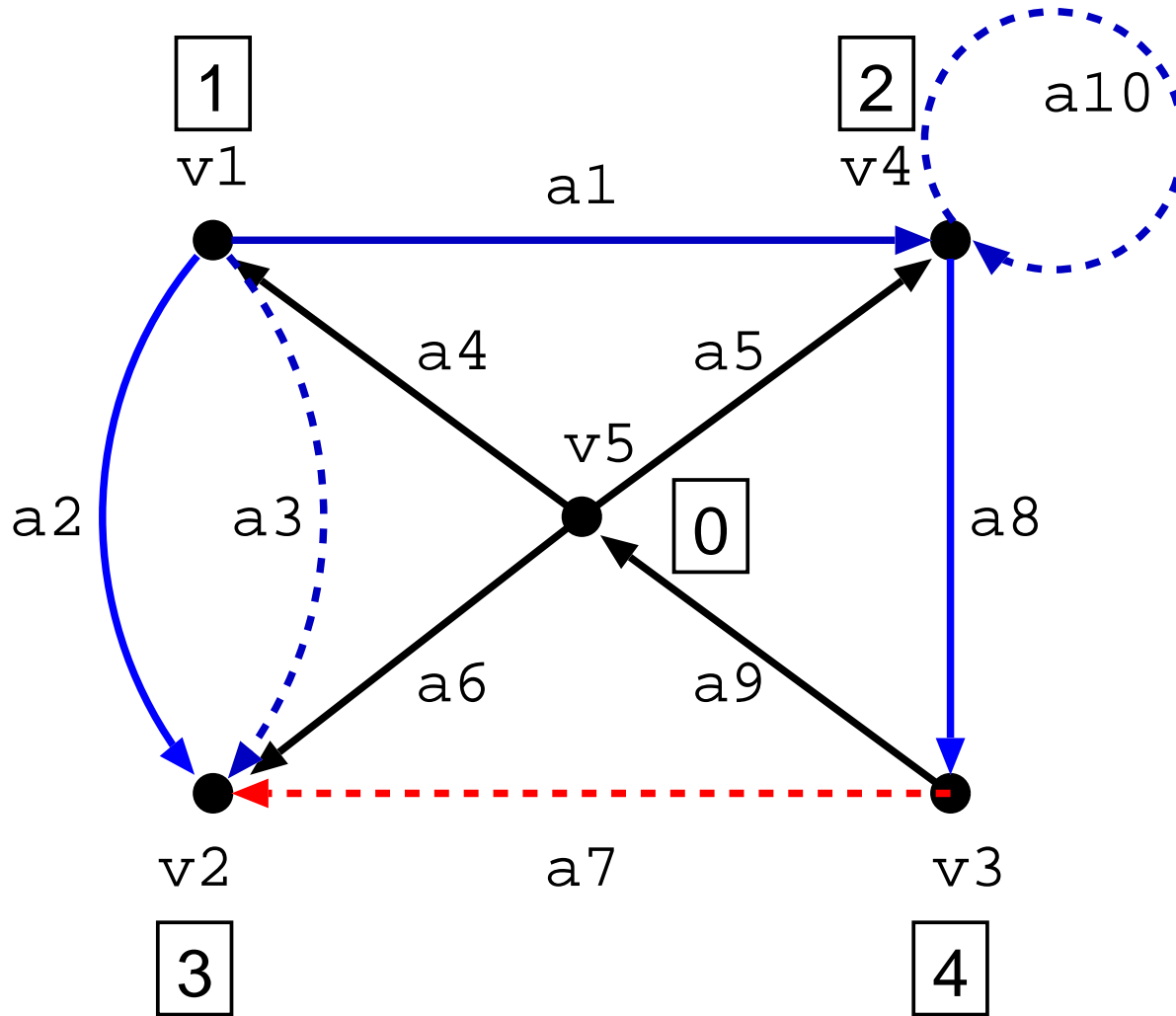
# BFS 12



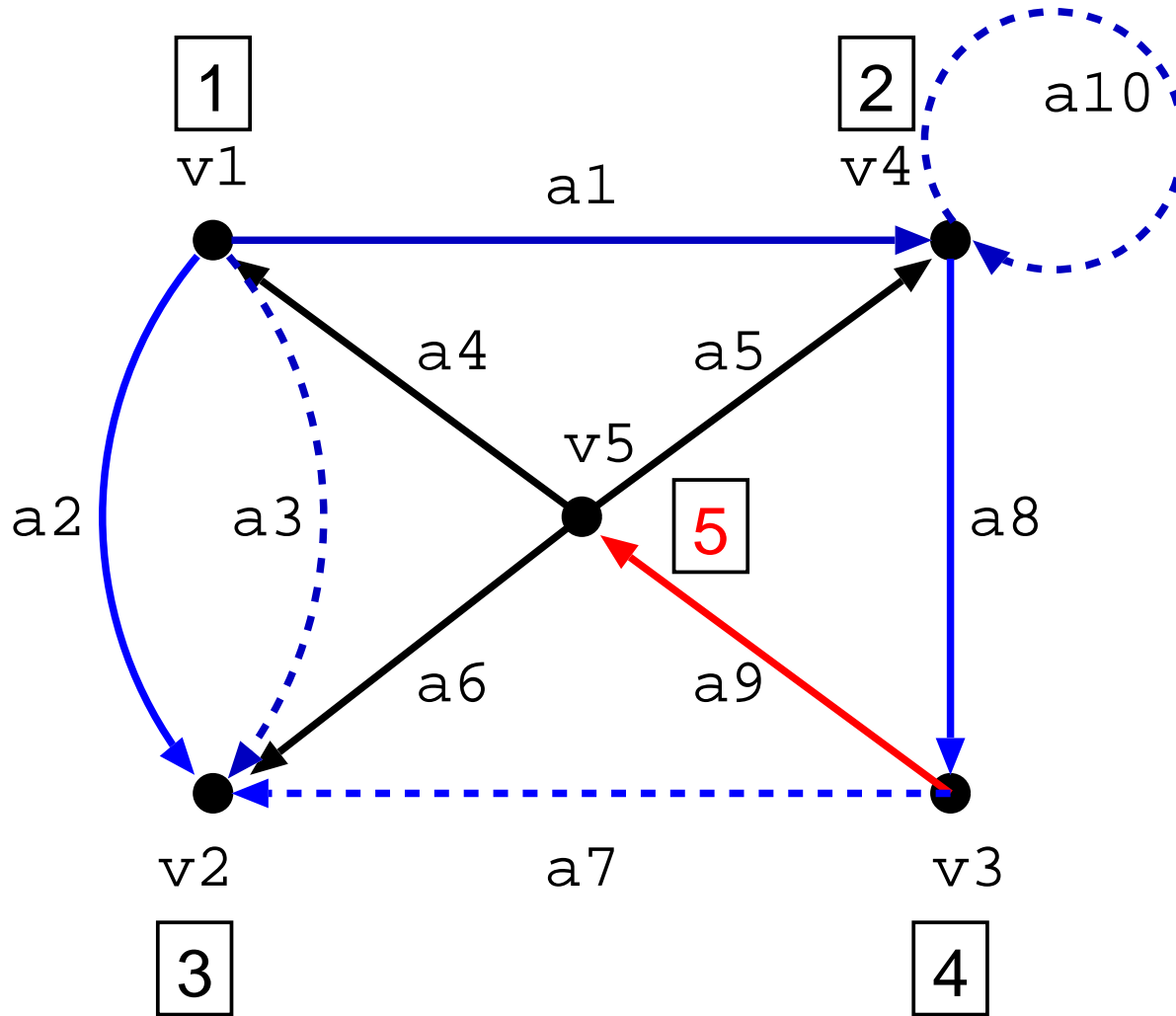
V=  
a=  
W=  
i=4



# BFS 10 ~ 22



# BFS 10 ~ 22



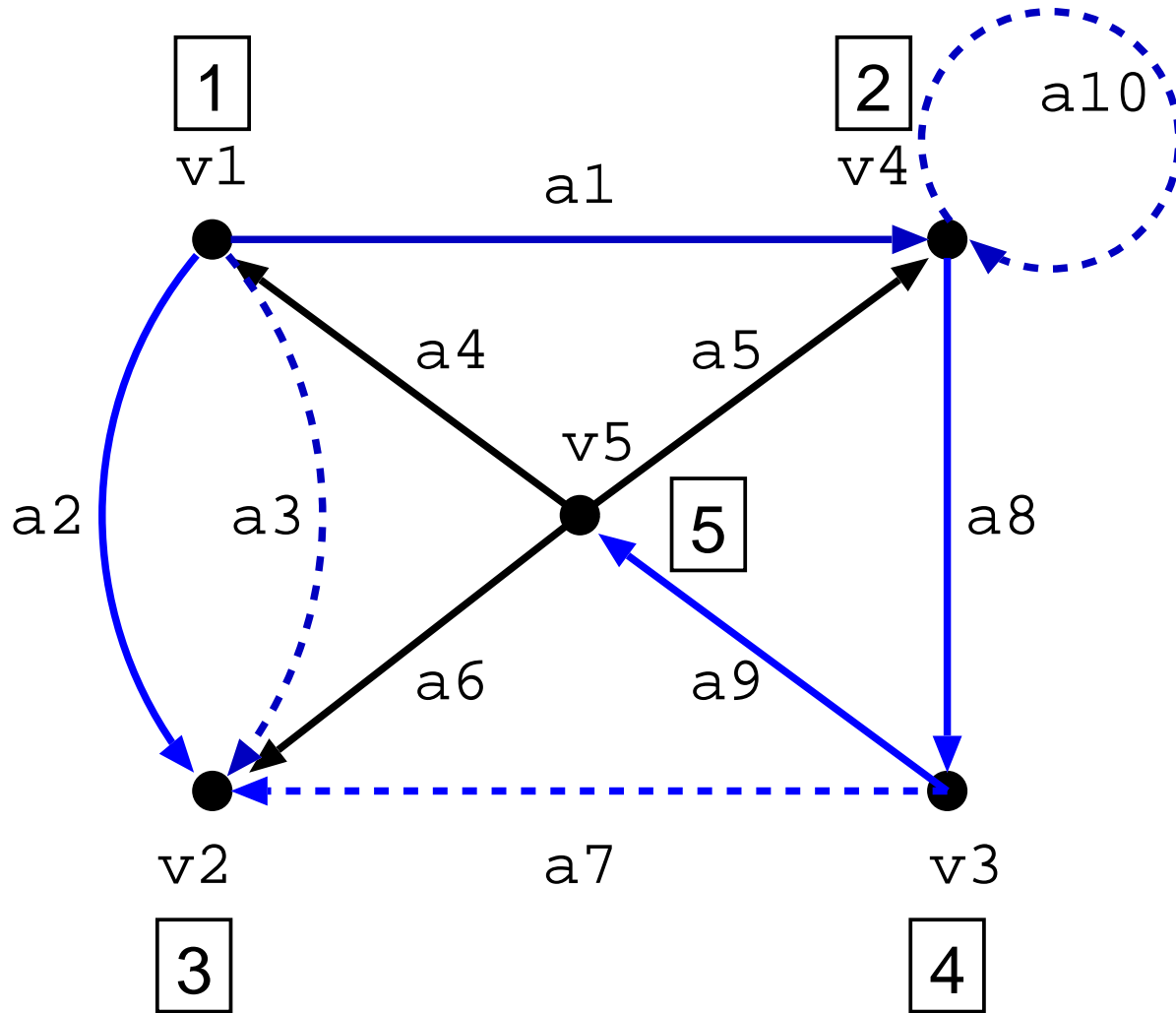
---

v3 v5

---

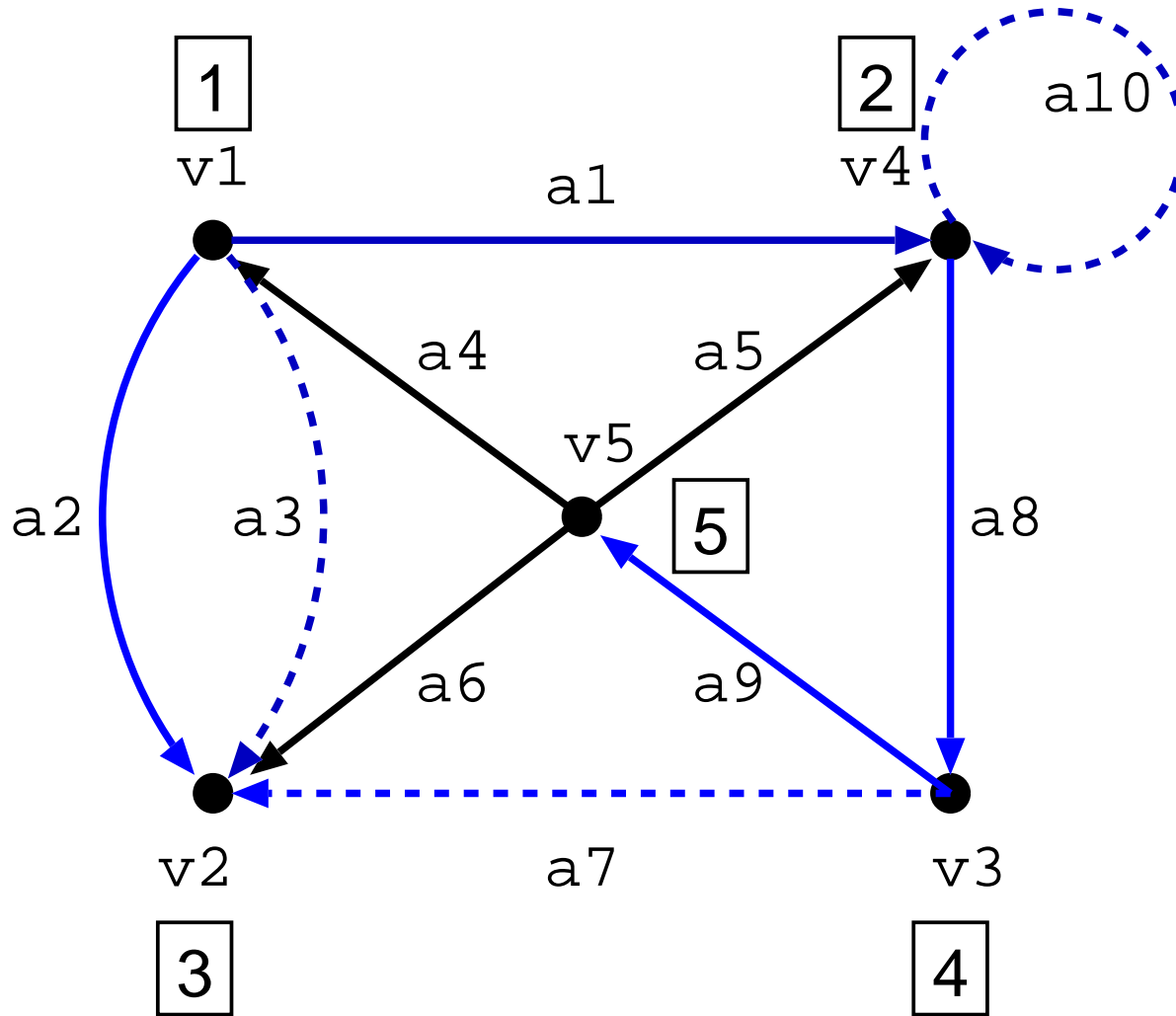
Q

# BFS 10 ~ 11





# BFS 12

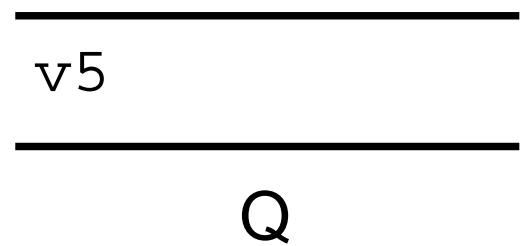


V=

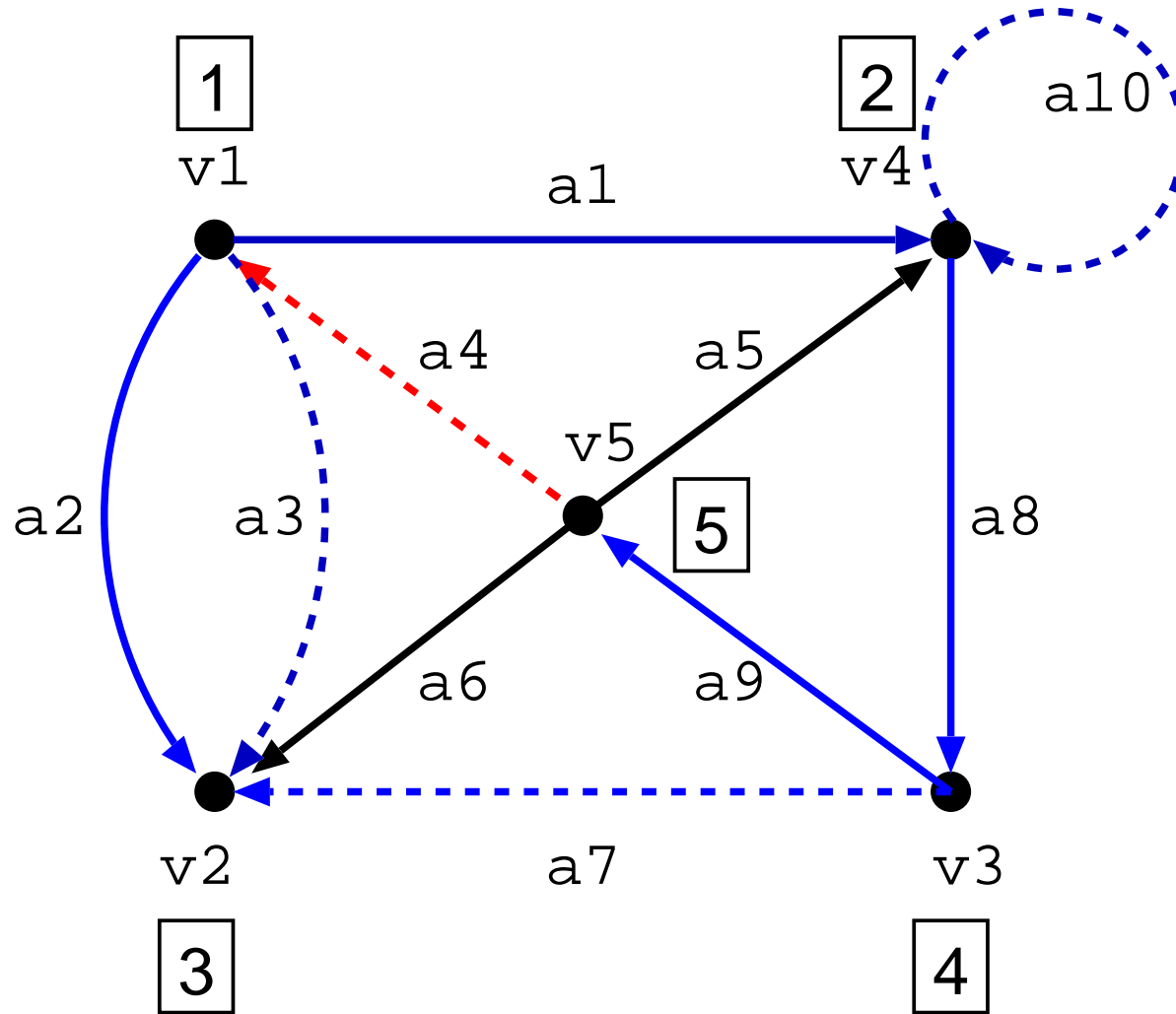
a=

W=

i= 5



# BFS 10 ~ 22



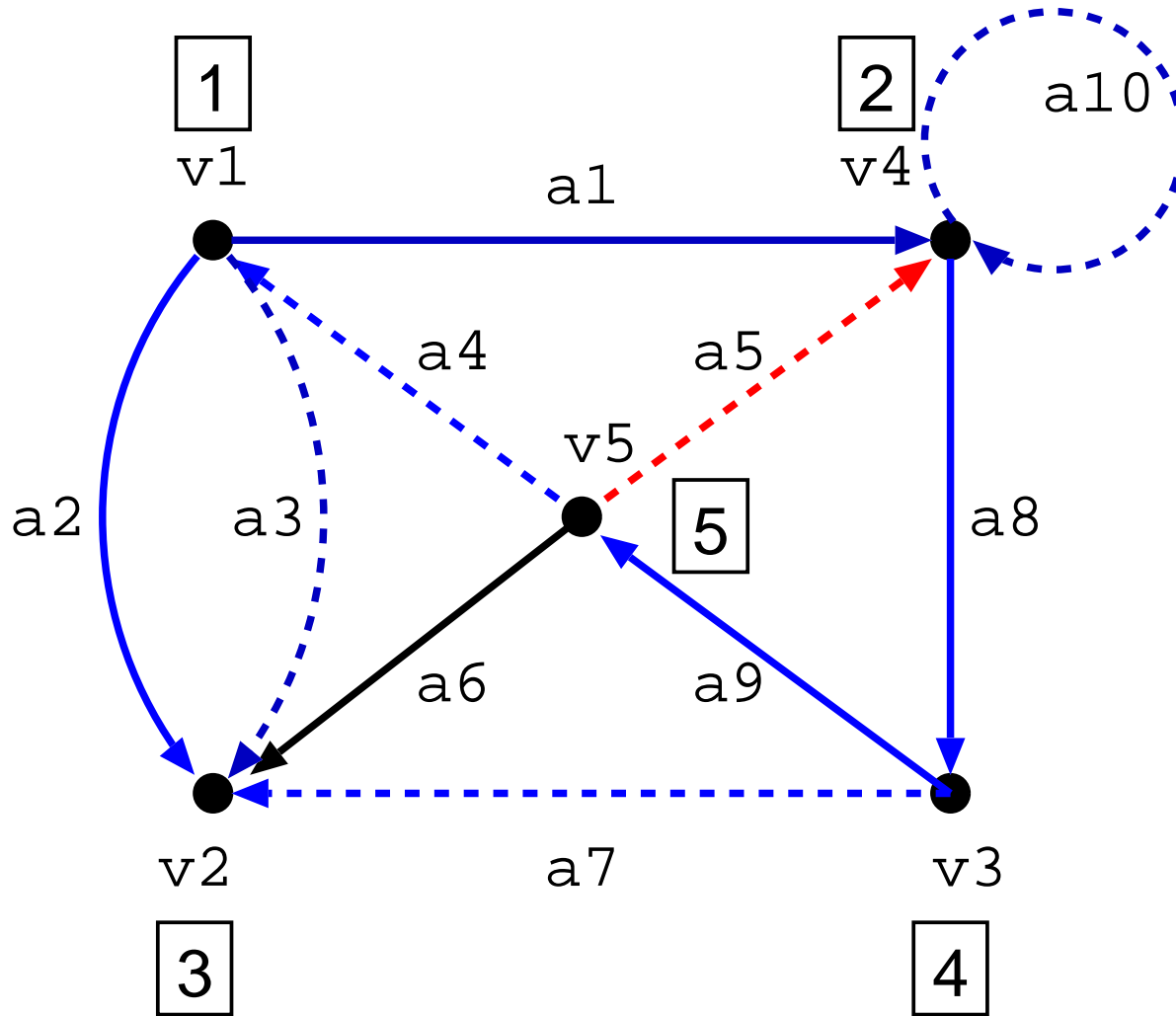
---

v5

---

Q

# BFS 10 ~ 22

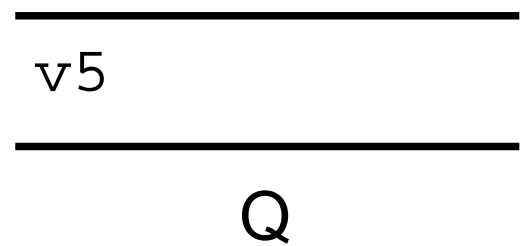


$V = v_5$

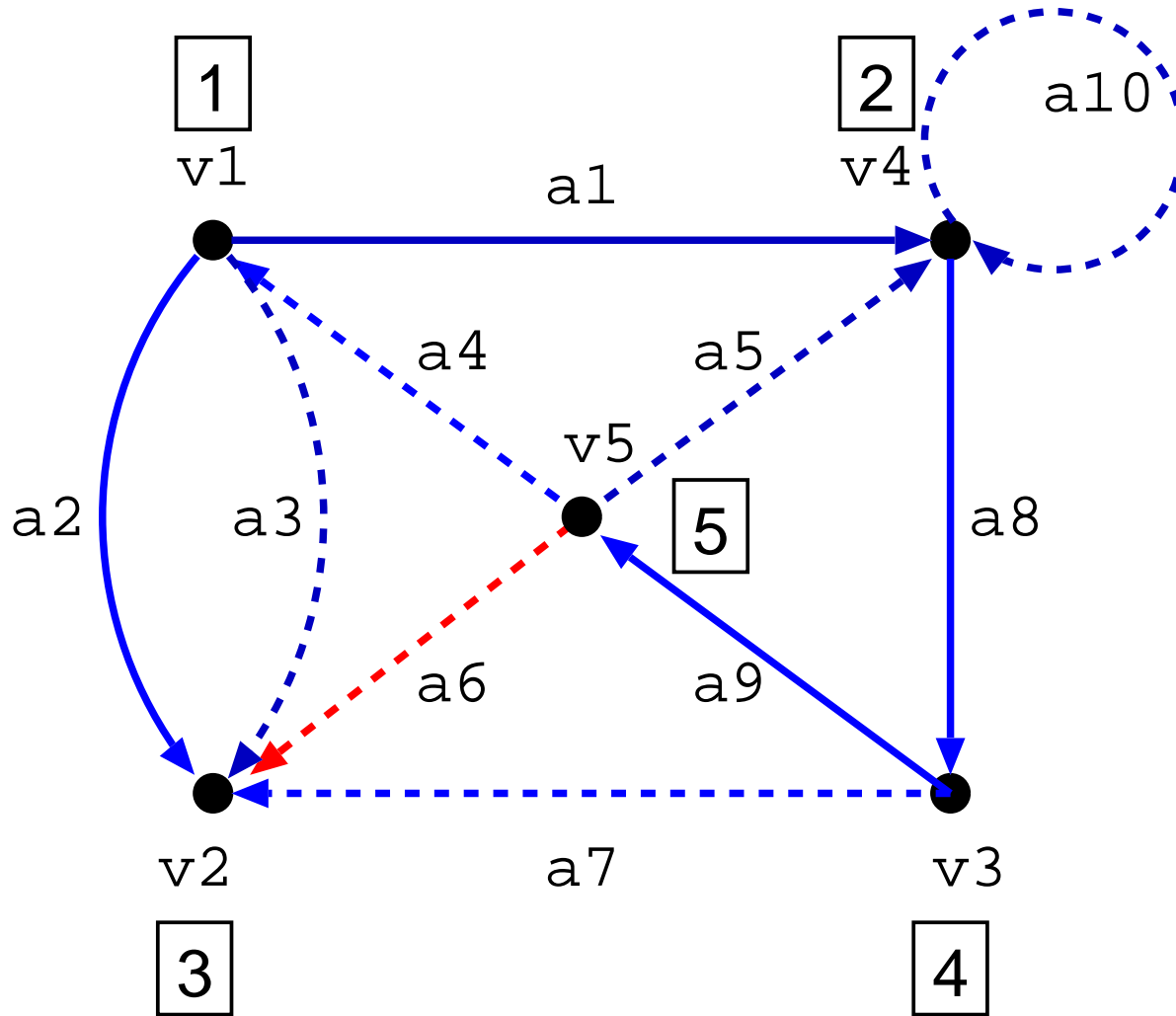
$a = a_5$

$W = v_4$

$i = 5$



# BFS 10 ~ 22

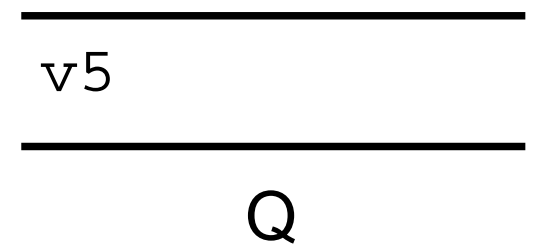


$V = v_5$

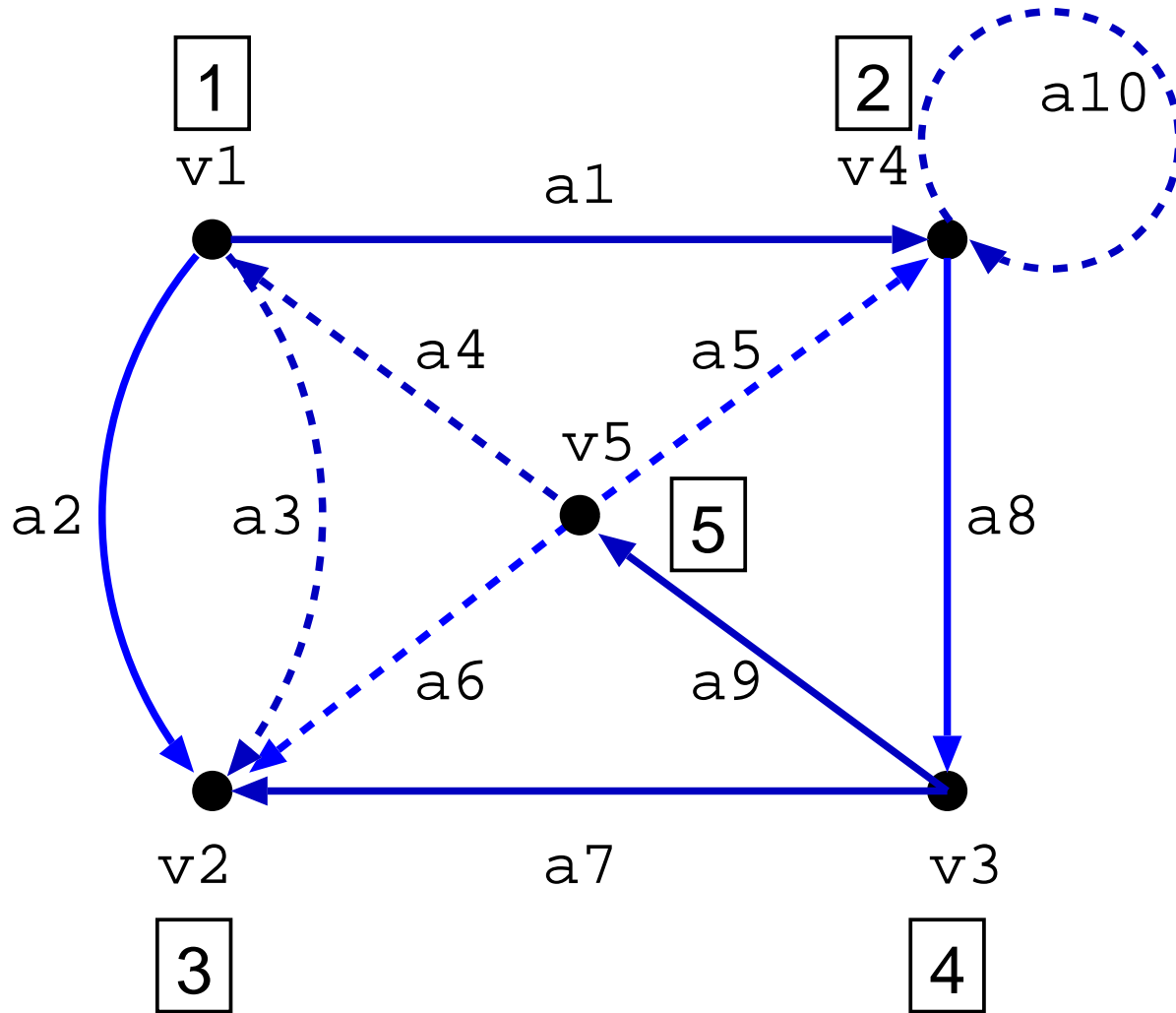
$a = a_6$

$W = v_2$

$i = 5$



# BFS 10 ~ 11

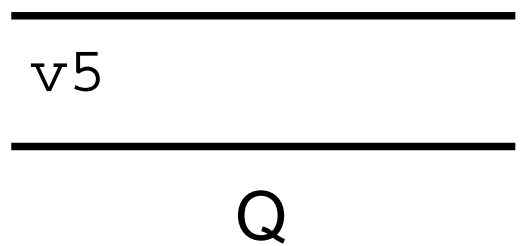


$V = v_5$

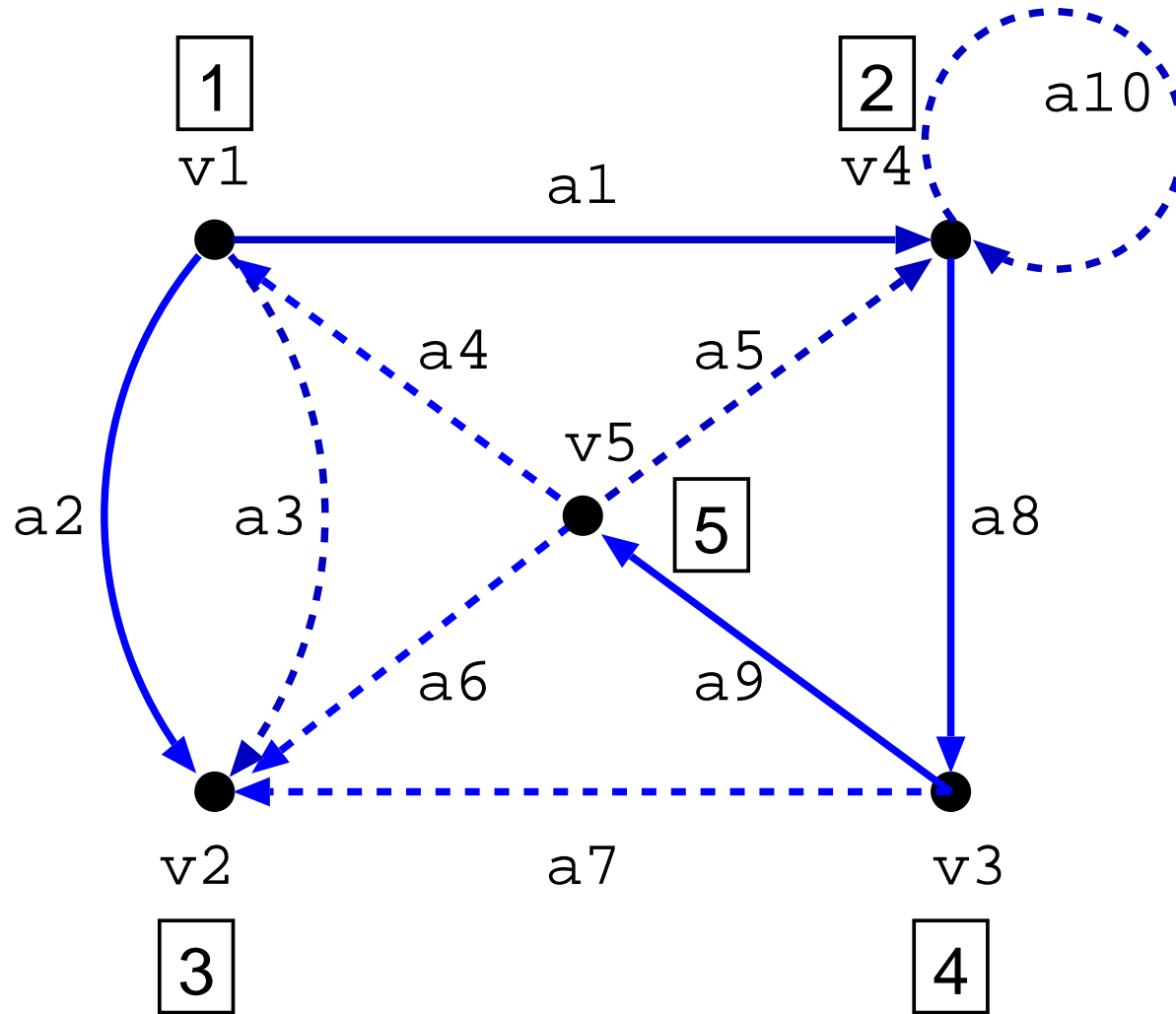
$a =$

$W =$

$i = 5$



# BFS 12



V=

a=

W=

i=

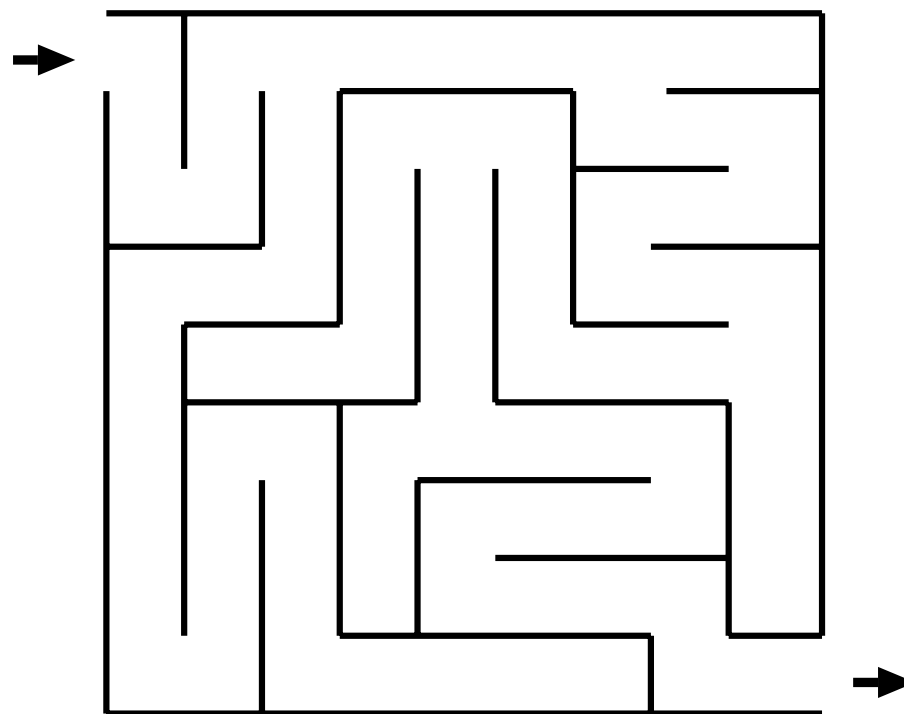
---

---

Q

# 深さ優先探索のちょっとした応用

図のような迷路が与えられたときに、入口と出口への道を見付けるために深さ優先探索を用いることができる。



(a)

# 深さ優先探索のちょっとした応用

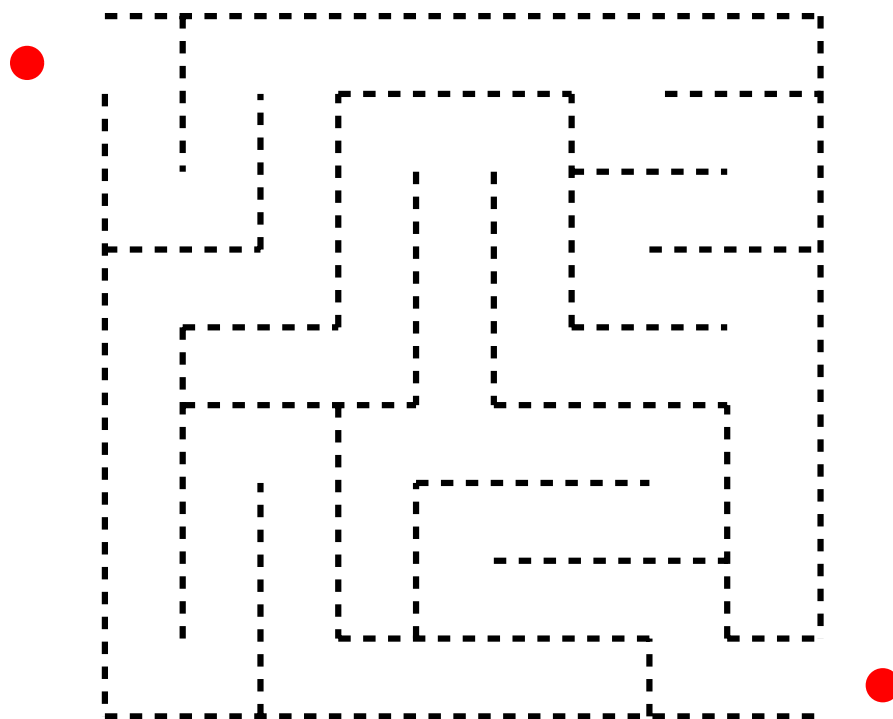
そのために、与えられた迷路から以下のようにグラフ (の幾何学的表現) を構成する.



# 深さ優先探索のちょっとした応用

そのために、与えられた迷路から以下のようにグラフ(の幾何学的表現)を構成する.

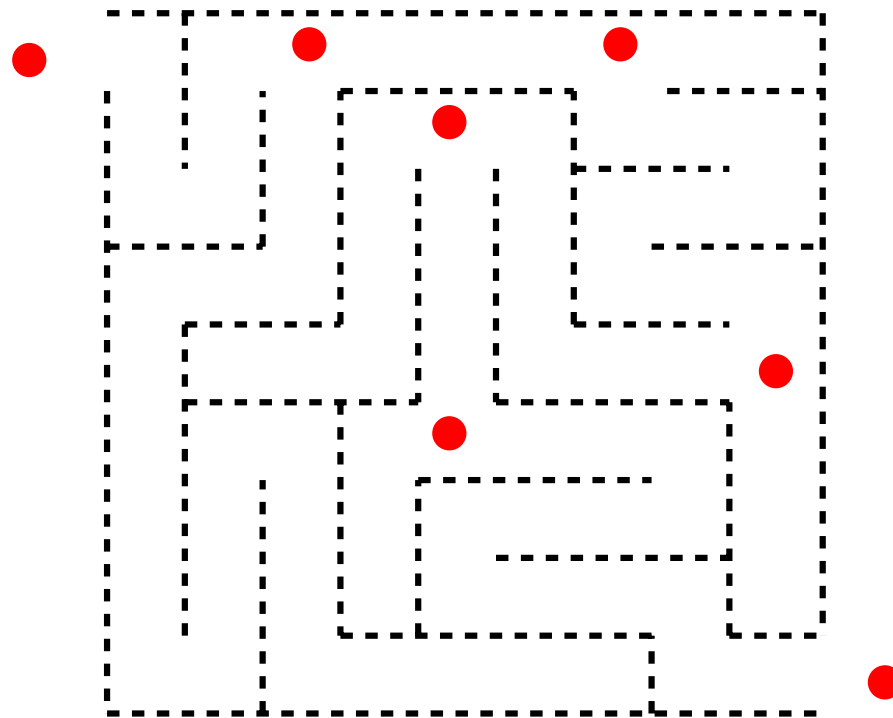
(1) 入口と出口に点を書く.



# 深さ優先探索のちょっとした応用

そのために、与えられた迷路から以下のようにグラフ (の幾何学的表現) を構成する.

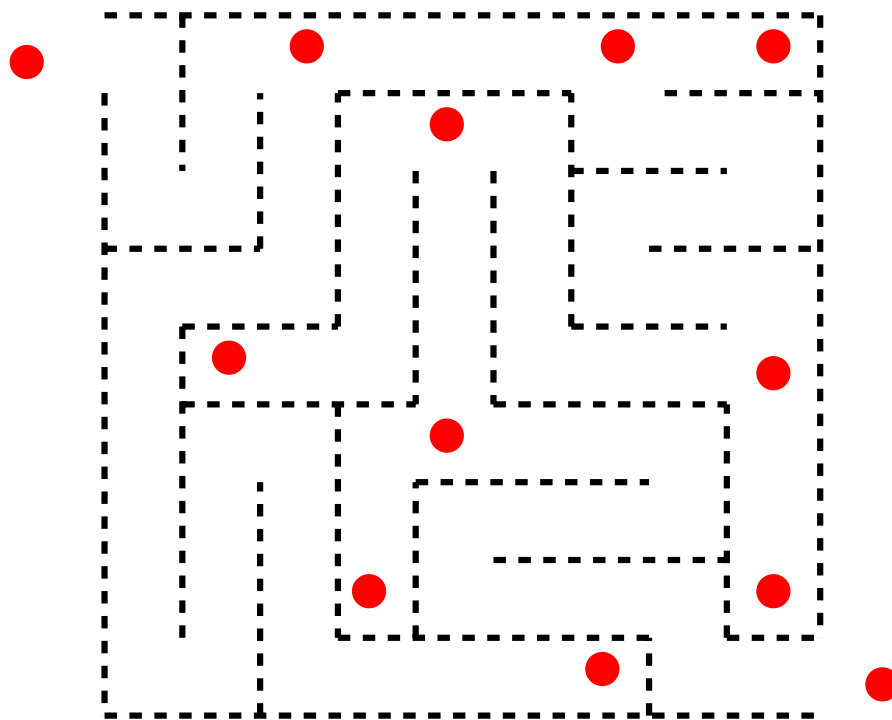
(2) 迷路の中で道が二つ以上に分かれる分岐点に点を書く.



# 深さ優先探索のちょっとした応用

そのために、与えられた迷路から以下のようにグラフ (の幾何学的表現) を構成する.

(3) 迷路の中で行き止まりになっている地点に点を書く.

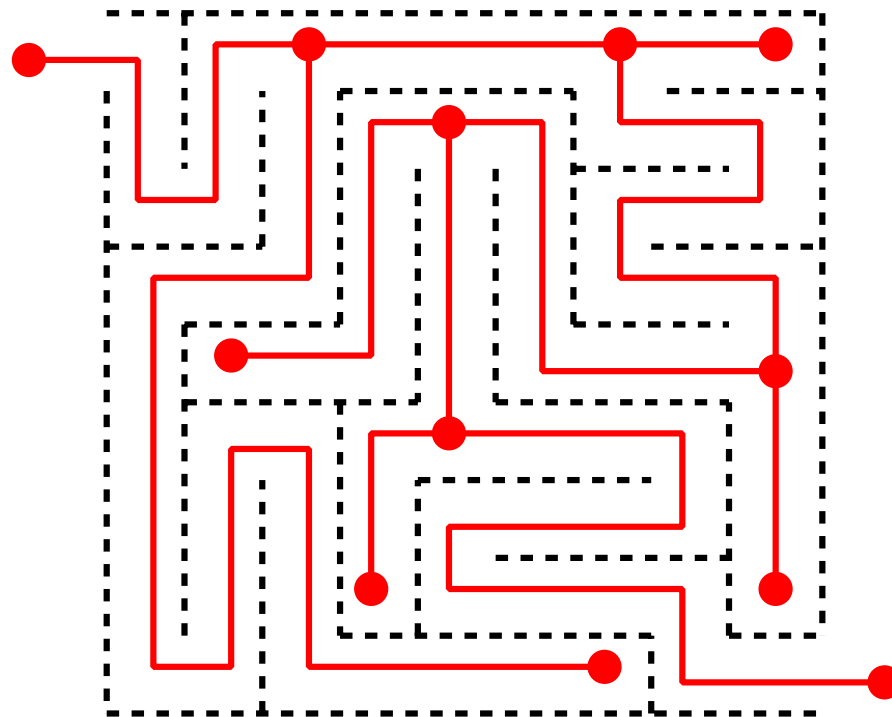


(b)

# 深さ優先探索のちょっとした応用

そのために、与えられた迷路から以下のようにグラフ(の幾何学的表現)を構成する.

(4) 迷路の中の道に添って、(1)~(3)で書いた点どうしを結ぶ.



# 深さ優先探索のちょっとした応用

実際には、迷路が与えられたときにそのグラフ表現を書かなくても、迷路の深さ優先探索がどのようになるかは想像できるであろう。