7강

교착상태 II

컴퓨터과학과 김진욱 교수

한국방송통신대학교

목차

01

교착상태 회피

교착상태 회피

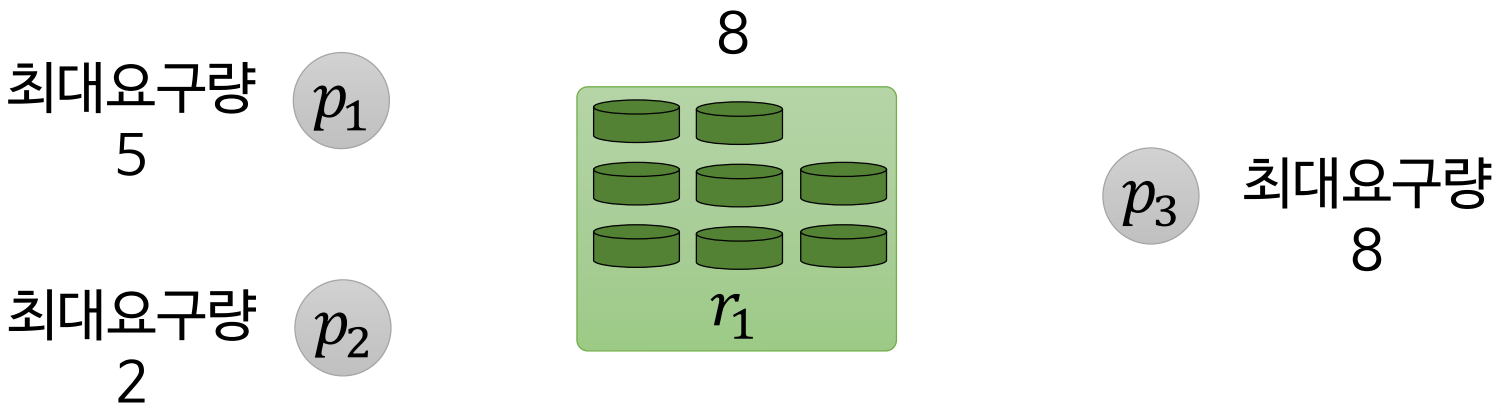
- 프로세스의 자원 사용에 대한 사전 정보를 활용하여 교착상태가 발생하지 않는 상태에 머물도록 하는 방법
- 사전 정보
  - 현재 할당된 자원
  - 가용상태의 자원
  - 프로세스들의 최대 요구량

안전상태와 안전순서열

- 안전상태 ➔ 교착상태가 발생하지 않음
  - 교착상태를 회피하면서 각 프로세스에 그들의 최대 요구량까지 빠짐없이 자원을 할당할 수 있는 상태
  - 안전순서열이 존재하는 경우
- 불안전상태
  - 안전순서열이 존재하지 않는 경우

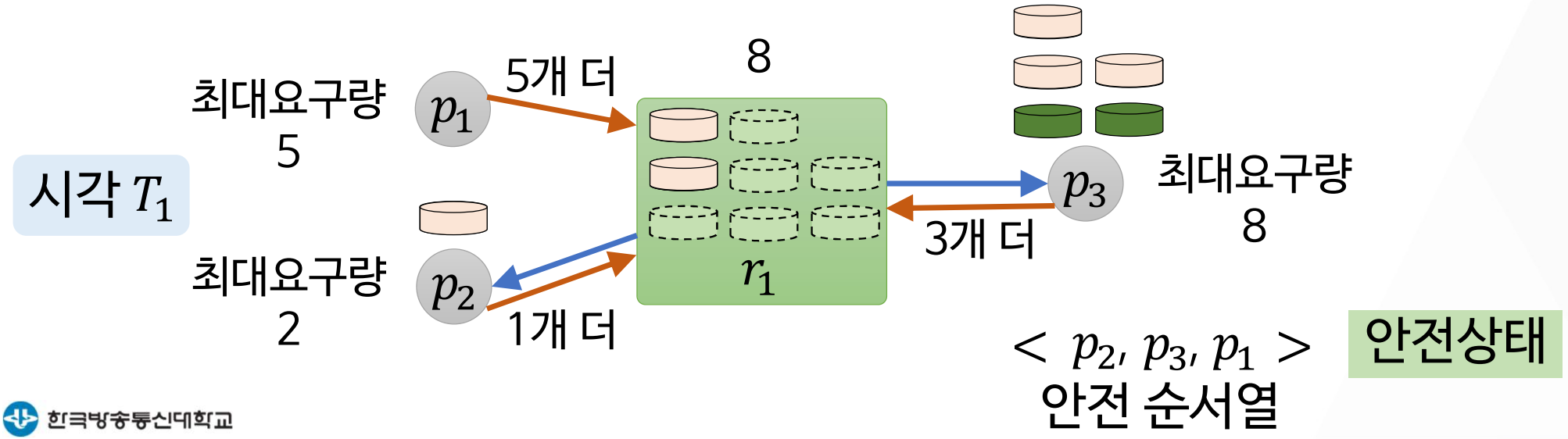
안전순서열

- 순서 있는 프로세스의 집합 $< p_1, p_2, \cdots, p_n >$
- 각 p_i에 대해, p_i가 추가로 요구할 수 있는 자원의 양이 현재 가용상태의 자원으로 충당되거나 혹은 여기에 p_j(단, $j < i$)에 할당된 자원까지 포함하여 충당 가능한 경우



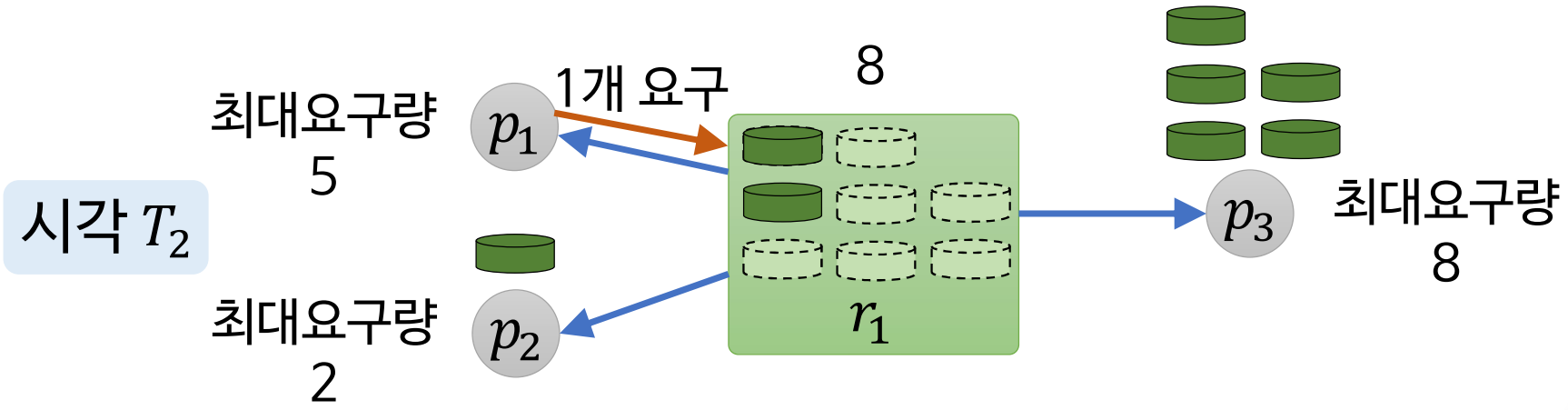
안전순서열

- 순서 있는 프로세스의 집합 $< p_1, p_2, \cdots, p_n >$
- 각 p_i에 대해, p_i가 추가로 요구할 수 있는 자원의 양이 현재 가용상태의 자원으로 충당되거나 혹은 여기에 p_j(단, $j < i$)에 할당된 자원까지 포함하여 충당 가능한 경우



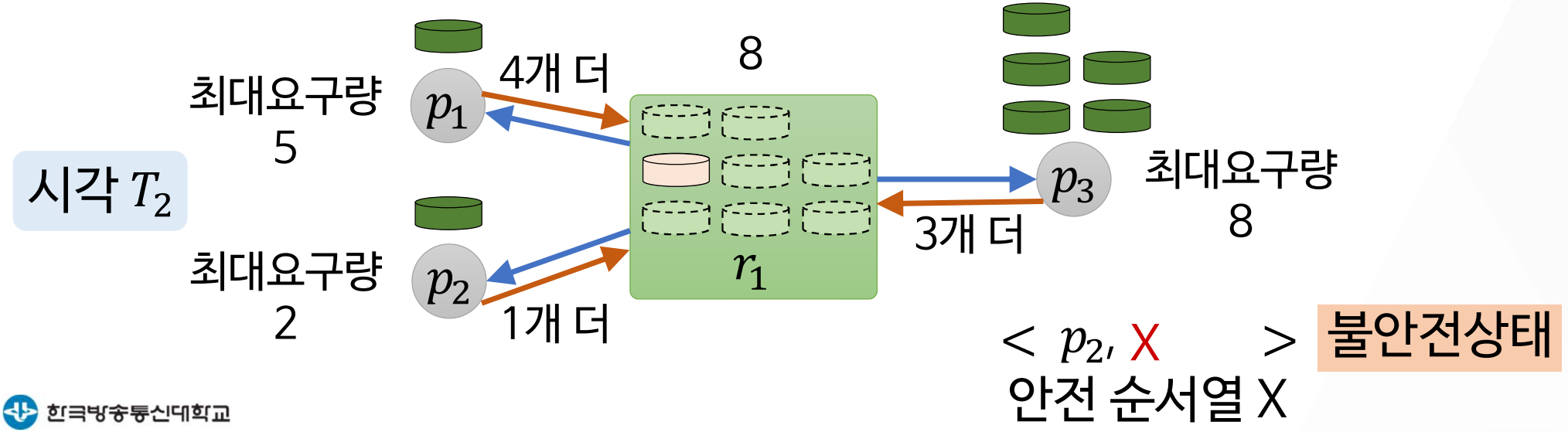
안전순서열

- 순서 있는 프로세스의 집합 $< p_1, p_2, \cdots, p_n >$
- 각 p_i에 대해, p_i가 추가로 요구할 수 있는 자원의 양이 현재 가용상태의 자원으로 충당되거나 혹은 여기에 p_j(단, $j < i$)에 할당된 자원까지 포함하여 충당 가능한 경우



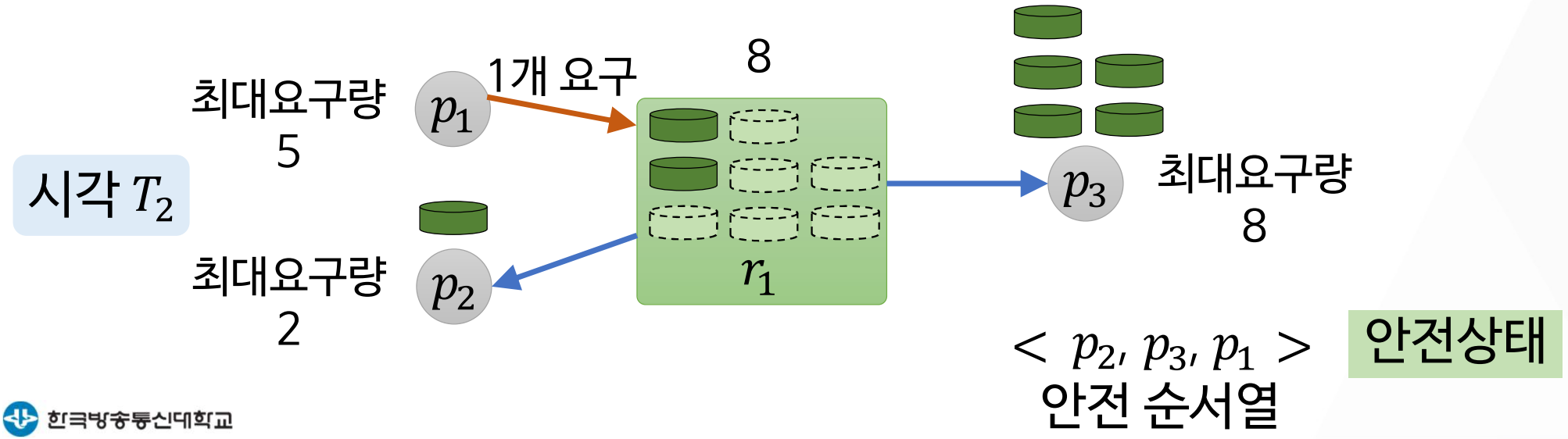
안전순서열

- 순서 있는 프로세스의 집합 $< p_1, p_2, \cdots, p_n >$
- 각 p_i에 대해, p_i가 추가로 요구할 수 있는 자원의 양이 현재 가용상태의 자원으로 충당되거나 혹은 여기에 p_j(단, $j < i$)에 할당된 자원까지 포함하여 충당 가능한 경우



안전순서열

- 순서 있는 프로세스의 집합 $< p_1, p_2, \cdots, p_n >$
- 각 p_i에 대해, p_i가 추가로 요구할 수 있는 자원의 양이 현재 가용상태의 자원으로 충당되거나 혹은 여기에 p_j(단, $j < i$)에 할당된 자원까지 포함하여 충당 가능한 경우



교착상태 회피

- 교착상태는 불안전상태에서만 발생 가능
- 항상 안전상태를 유지해야 함
- 프로세스가 가용상태의 자원을 요구하더라도 프로세스는 대기상태가 될 수 있음
  - 자원이용율은 다소 낮아질 수 있음

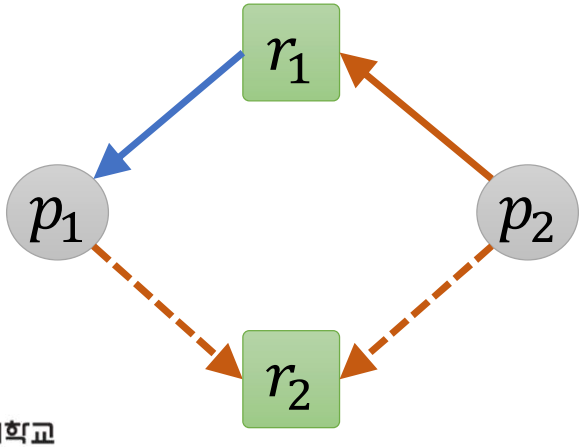
교착상태 회피 알고리즘

- 각 자원의 단위자원이 하나밖에 없는 경우
  - 변형된 자원할당 그래프 이용
- 각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우
  - 은행원 알고리즘 이용

각 자원의 단위자원이 하나밖에 없는 경우

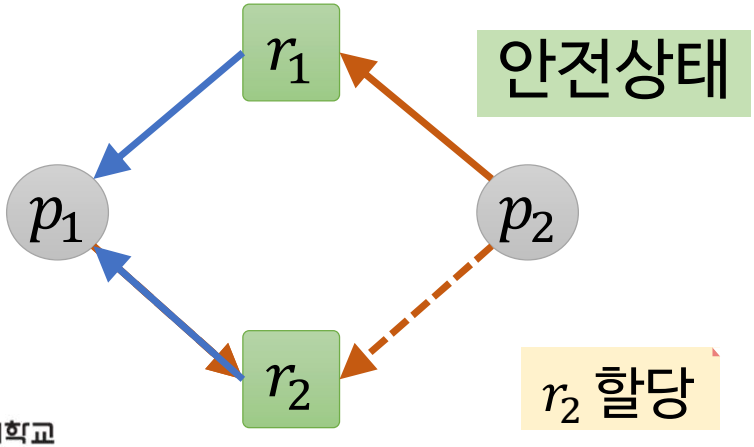
- 변형된 자원할당 그래프
  - 자원 정점에 표시하던 단위자원의 개수 제거
  - 선언간선 (p_i, r_j) 추가

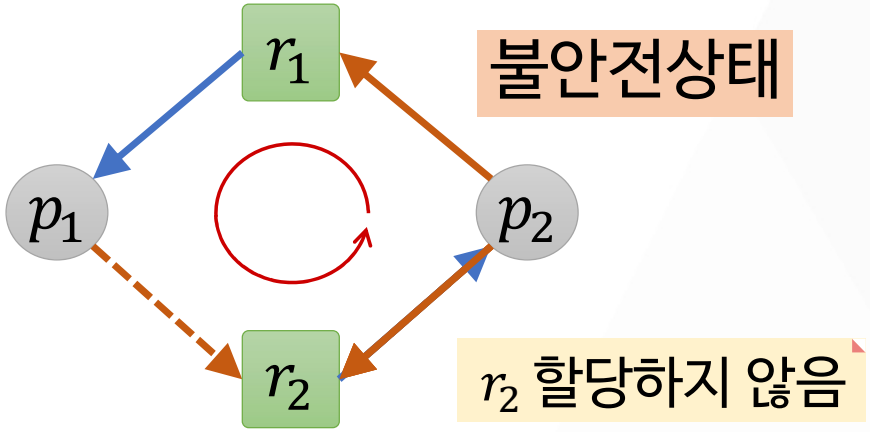
    - 앞으로 프로세스 p_i가 자원 r_j를 요구하게 될 것임
    - 요구간선과 구분을 위해 점선으로 표시



각 자원의 단위자원이 하나밖에 없는 경우

- 변형된 자원할당 그래프
  - 자원을 요구받으면 해당 선언간선을 요구간선으로 변경
  - 그 요구간선을 할당간선으로 변환해도 사이클이 생기지 않는 경우에만 자원을 할당하고 할당간선으로 변환
- 예: p_1이 r_2를 요구하는 경우 p_2가 r_2를 요구하는 경우



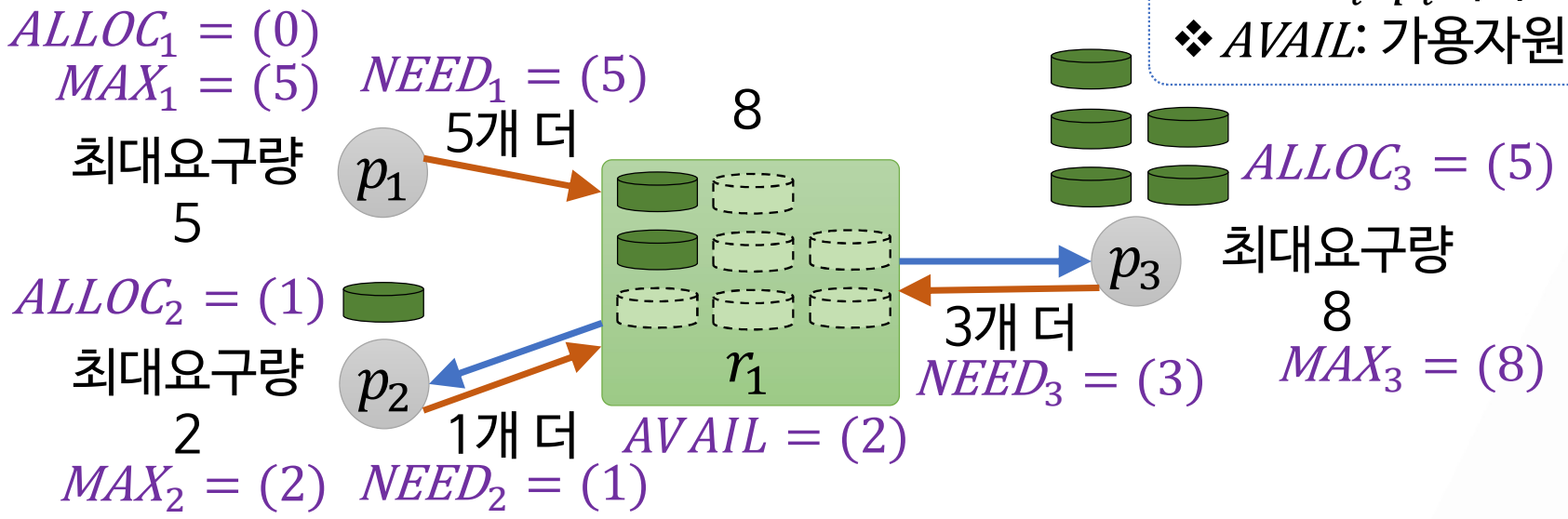


각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우

은행원 알고리즘

- 자원을 요구받으면 그 자원을 할당해 주고 난 후의 상태를 계산해서 그것이 안전상태인지 확인
- 안전상태가 보장되는 경우에만 자원을 할당

❖ MAX_i : p_i의 최대요구
❖ $ALLOC_i$: p_i의 할당자원
❖ $NEED_i$: p_i의 추가요구
❖ $AVAIL$: 가용자원



각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우

은행원 알고리즘

```
void bank(REQ_i) {
  if(!(REQ_i <= NEED_i)) 오류;
  if(!(REQ_i <= AVAIL)) p_i 대기;
  // 할당 후와 같은 상태를 만듦
  ALLOC_i = ALLOC_i+REQ_i;
  NEED_i = NEED_i − REQ_i;
  AVAIL = AVAIL − REQ_i;
  // 할당 후가 안전상태인지 조사
  status = safe(상태 데이터);
  if(status==true) REQ_i 할당;
  else p_i 대기 및 상태 데이터 복구;
}
```

```
// 안전 알고리즘
boolean safe(상태 데이터){
  WORK = AVAIL;
  FINISH[i]=false;(i=1,2,…,n)
  for(l=1; l<=n; l++) {
    for(i=1; i<=n; i++)
      if(FINISH[i]==false &&
                NEED_i<= WORK) {
        WORK = WORK + ALLOC_i;
        FINISH[i]=true;
        break;
      }
    if(i>n) break;
  }
  if(모든 i에 대해 FINISH[i]==true)
    return true;
  else return false;
}
```

각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우

은행원 알고리즘

안전 알고리즘

$MAX_1 = (7,5)$
$ALLOC_1 = (0,2)$
$NEED_1 = (7,3)$

$MAX_2 = (3,6)$
$ALLOC_2 = (1,5)$
$NEED_2 = (2,1)$

$MAX_3 = (8,8)$
$ALLOC_3 = (4,1)$
$NEED_3 = (4,7)$

$WORK = (3,3)$
$AVAIL = (3,3)$
→ $(8,11)$
→ $(8,9)$
→ $(4,8)$

시각 T_0

p_1 FINISH[1]=false →true

p_2 FINISH[2]=false →true

p_3 FINISH[3]=false →true

8 11

r_1 r_2

안전상태

$< p_2, p_3, p_1 >$
안전 순서열

각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우

은행원 알고리즘

안전 알고리즘

$MAX_1 = (7,5)$
$ALLOC_1 = (0,2) \rightarrow (1,3)$
$NEED_1 = (7,3) \rightarrow (6,2)$

$MAX_3 = (8,8)$
$ALLOC_3 = (4,1)$
$NEED_3 = (4,7)$

$\rightarrow (3,7)$
$WORK = (2,2)$
$AVAIL = (3,3) \rightarrow (2,2)$

FINISH[1]=false

p_1

$REQ_1 = (1,1)$

시각 T_1

p_3

FINISH[3]=false

8

11

r_1

r_2

$MAX_2 = (3,6)$
$ALLOC_2 = (1,5)$
$NEED_2 = (2,1)$

p_2

FINISH[2]=false → true

REQ_1 할당하지 않음

불안전상태

< p_2, X >

안전 순서열 X

각 자원의 단위자원이 여러 개일 수 있는 경우

은행원 알고리즘

안전 알고리즘

$MAX_1 = (7,5)$
$ALLOC_1 = (0,2)$
$NEED_1 = (7,3)$

$MAX_3 = (8,8)$
$ALLOC_3 = (4,1) \rightarrow (5,2)$
$NEED_3 = (4,7) \rightarrow (3,6)$

$\rightarrow (8,11)$
$\rightarrow (8,9)$
$\rightarrow (3,7)$
$WORK = (2,2)$
$AVAIL = (3,3) \rightarrow (2,2)$

FINISH[1]=false
→true
$REQ_1 = (1,1)$

p_1

p_3

FINISH[3]=false
→true
$REQ_3 = (1,1)$

시각 T_1

8

11

r_1

r_2

$MAX_2 = (3,6)$
$ALLOC_2 = (1,5)$
$NEED_2 = (2,1)$

p_2

FINISH[2]=false→true

REQ_3 할당

안전상태

$< p_2, p_3, p_1 >$
안전 순서열

02

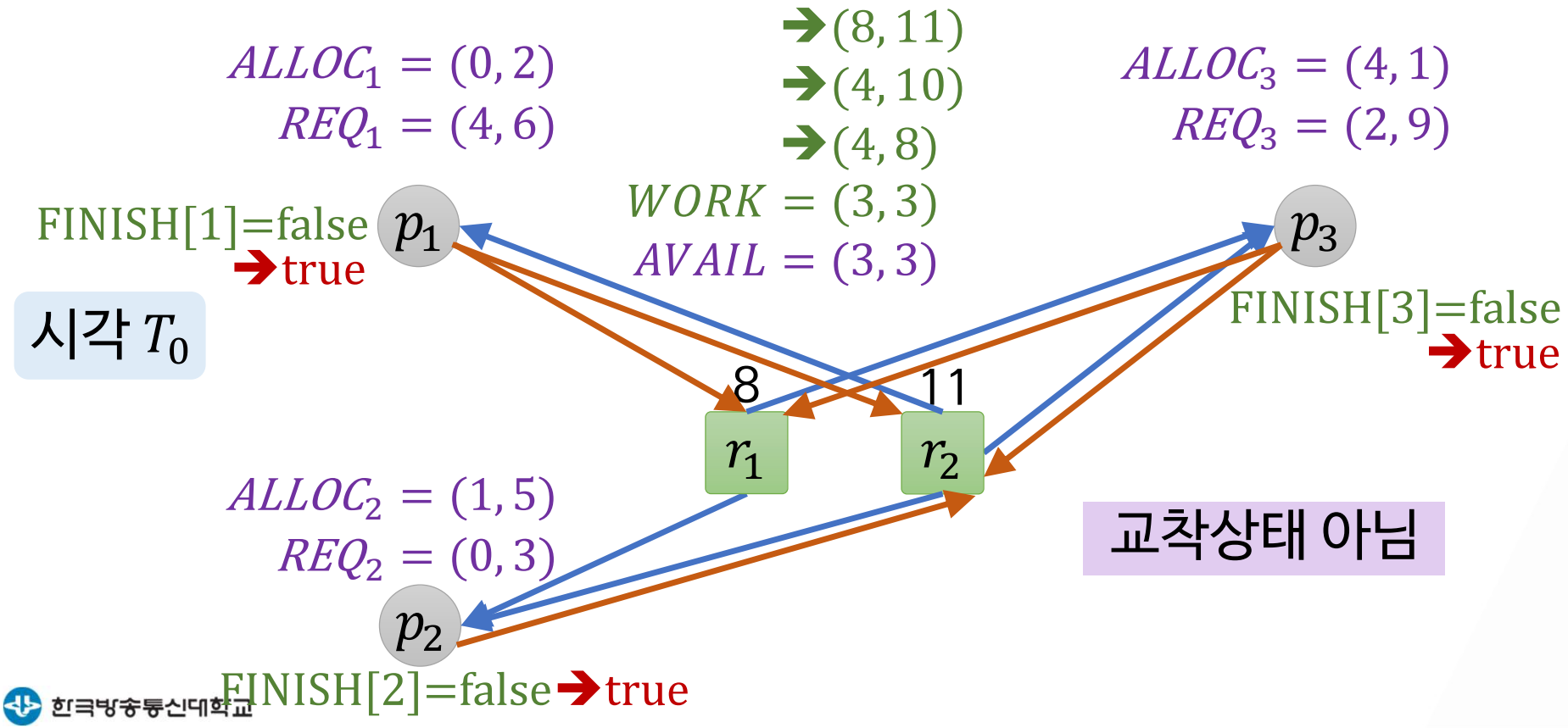
교착상태 탐지 및 복구

교착상태 탐지 및 복구

- 사후에 처리하는 방법
- 교착상태 탐지
  - 시스템의 교착상태 여부를 조사하기 위해 주기적으로 상태 조사 알고리즘 수행
- 교착상태 복구
  - 교착상태가 탐지된 경우 적절한 조치를 취해 정상상태로 복구

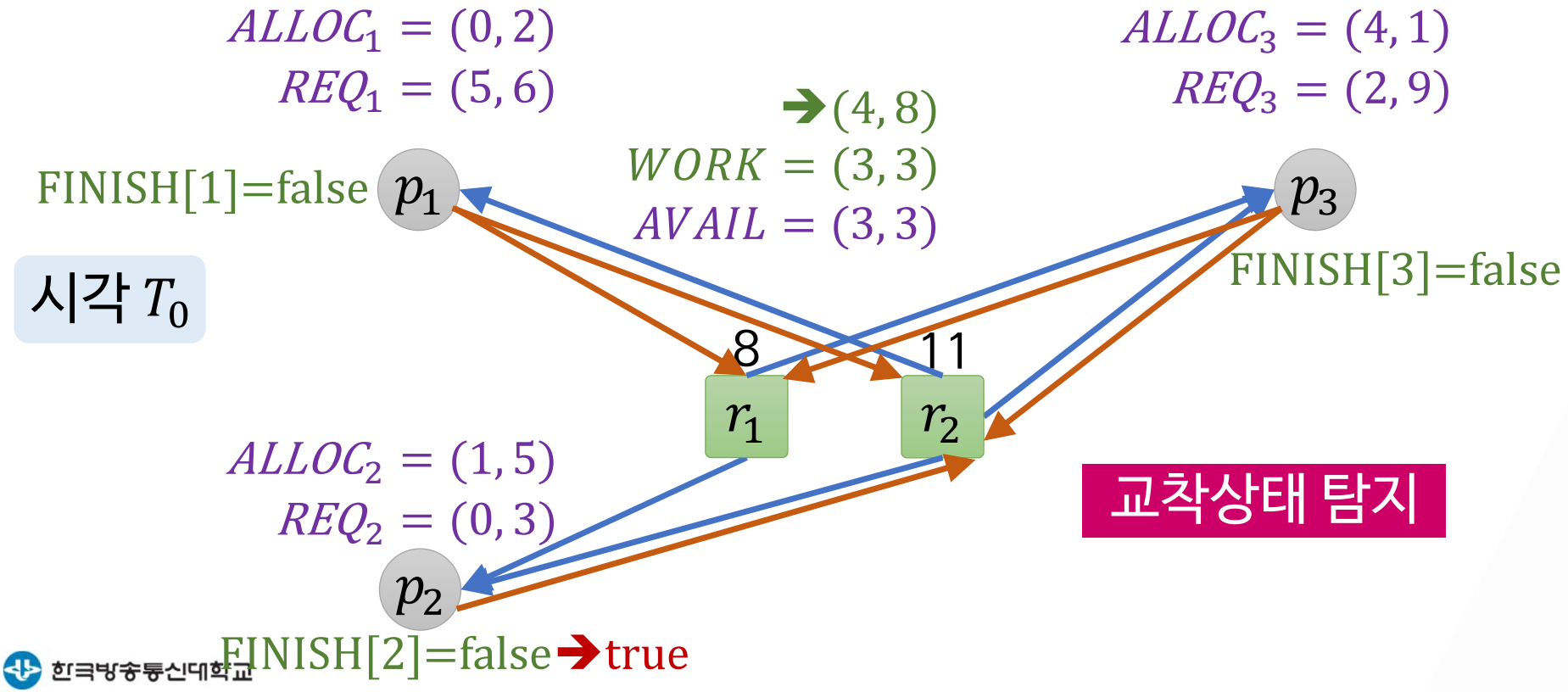
교착상태 탐지

- Shoshani와 Coffman 알고리즘



교착상태 탐지

- Shoshani와 Coffman 알고리즘



교착상태 탐지

- Shoshani와 Coffman 알고리즘
  - 시간 복잡도: $O(mn^2)$
- 알고리즘 수행 시점
  - 즉시 받아들일 수 없는 자원 요구가 있을 때
  - 정해진 시간간격
  - CPU 효율이 일정 수준 이하로 떨어질 때

```
boolean detect(상태 데이터){
  WORK = AVAIL;
  if(ALLOC_i!=0) FINISH[i]=false;
  else FINISH[i]=true;(i=1,2,…,n)
  for(l=1; l<=n; l++) {
    for(i=1; i<=n; i++)
      if(FINISH[i]==false &&
                REQ_i<= WORK) {
        WORK = WORK + ALLOC_i;
        FINISH[i]=true;
        break;
      }
    if(i>n) break;
  }
  if(FINISH[i]==false인 i 존재)
    return true;
  else return false;
}
```

교착상태 복구

- 교착상태가 탐지되면 복구조치
- 복구의 주체
  - 오퍼레이터: 수작업으로 복구
  - 운영체제: 자동으로 복구
- 복구 방법
  - 교착상태 프로세스를 종료
  - 교착상태 프로세스가 할당받은 자원을 해제

교착상태 복구

- 교착상태 프로세스를 종료
  - 모든 교착상태 프로세스를 종료
    - 단점: 진행했던 내용에 대한 복원비용이 큼
  - 사이클이 제거될 때까지 교착상태 프로세스를 하나씩 종료
    - 단점: 종료 대상을 선택하기 위한 비용
      매 프로세스 종료 후 교착상태 재확인을 위한 비용

교착상태 복구

- 교착상태 프로세스가 할당받은 자원을 해제
  - 사이클이 제거될 때까지 할당된 자원을 단계적으로 선점하여 다른 프로세스들에 할당
  - 프로세스와 자원 선택 기준
    - 프로세스 진척도, 사용 중인 자원의 수 등
  - 프로세스의 복귀 시점도 제반 요소를 고려하여 결정
  - 기아상태에 빠지지 않도록 프로세스 선택 시 복구 횟수 고려

다음시간 안내

8강

메모리 관리