

# **게임이론과 전략적 행위**

ECON151 세계와 한국경제

조남운

# Topics

- 동시선택게임
- 내쉬균형
- 전개형 게임



# 죄수의 딜레마 게임

# 역사

- 원래 수학적인 정식화는 Merrill Flood 와 Melvin Dresher (1950)
- 현재의 이야기대로는 Albert W. Tucker (1951)



Albert W. Tucker

# 죄수의 딜레마의 보수행렬 Prisoners' Dilemma: Payoff Table

- 두 죄수 A, B는 완전히 격리되어 있음

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

보수행렬: 가능한 모든 행동들에 대한 보수가 정의된 표

# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

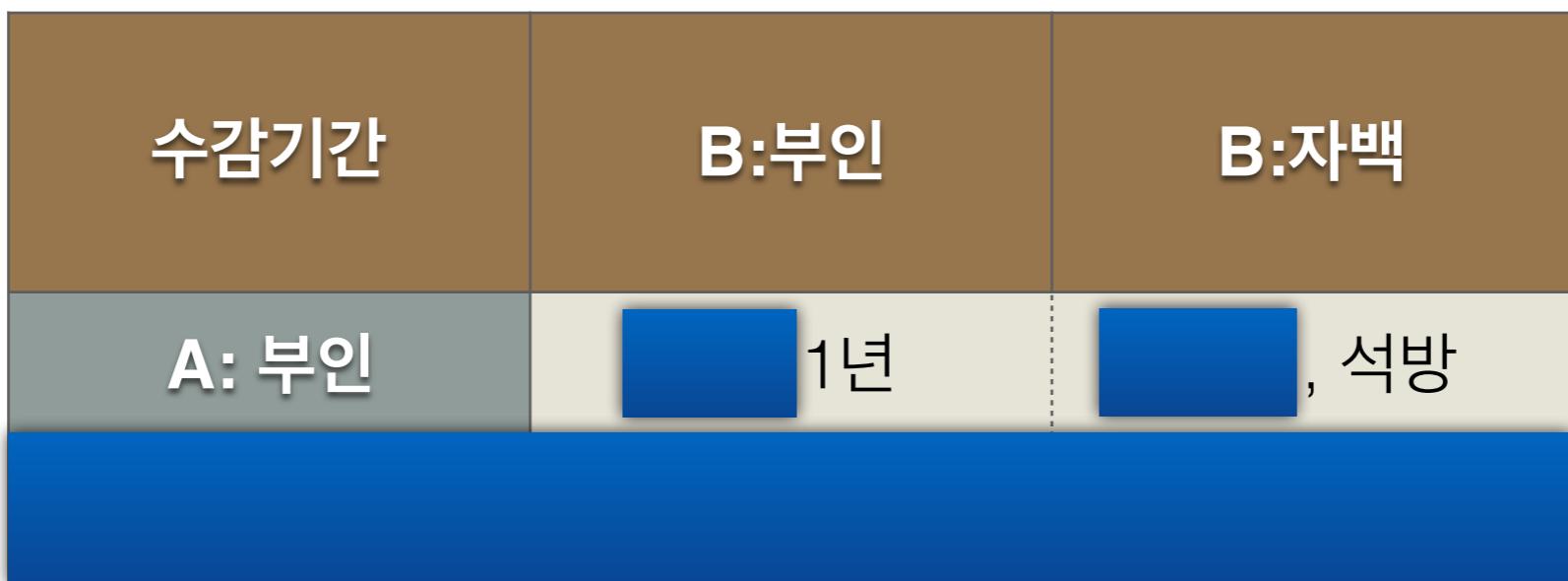
- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방

# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략

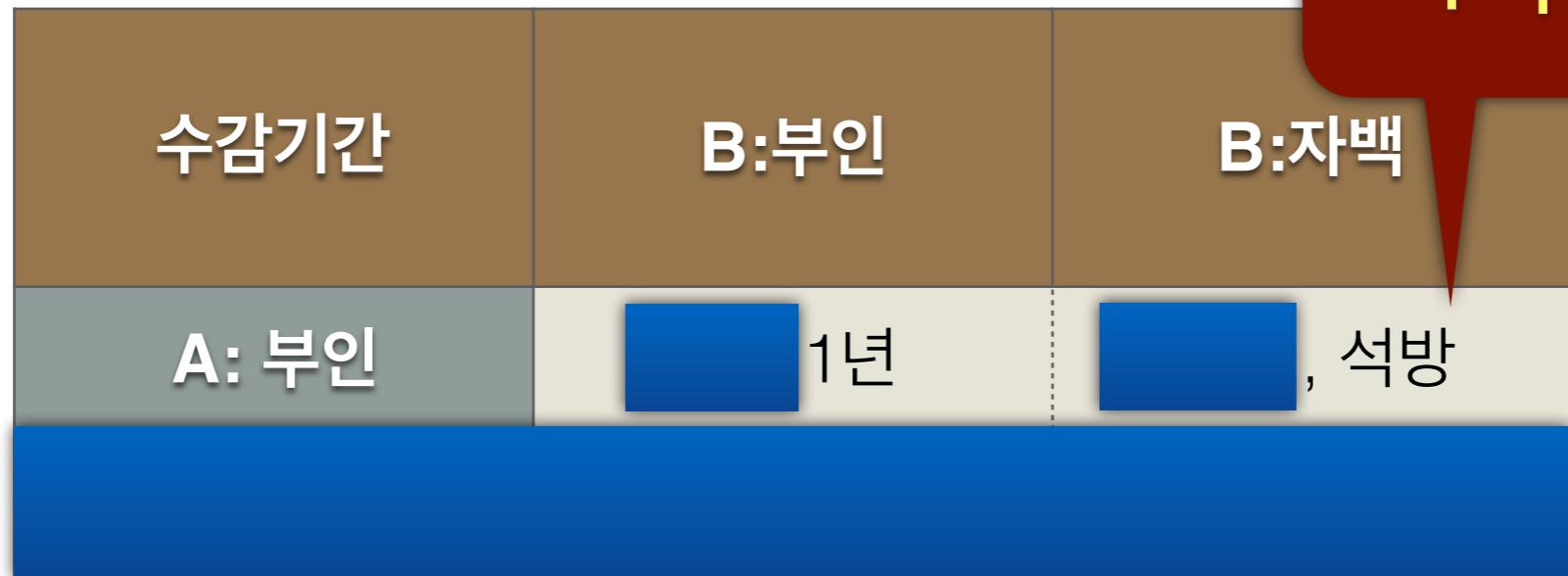


# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략

A가 부인할 경우:  
자백이 우월전략

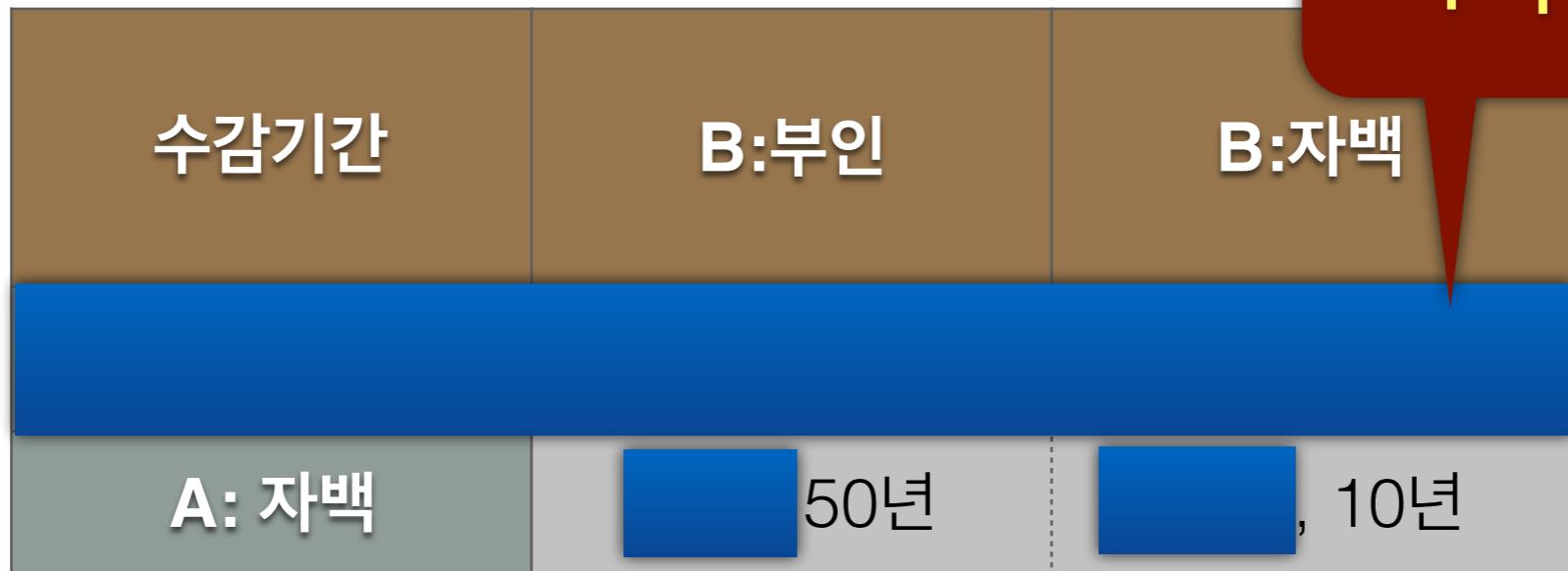


# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략

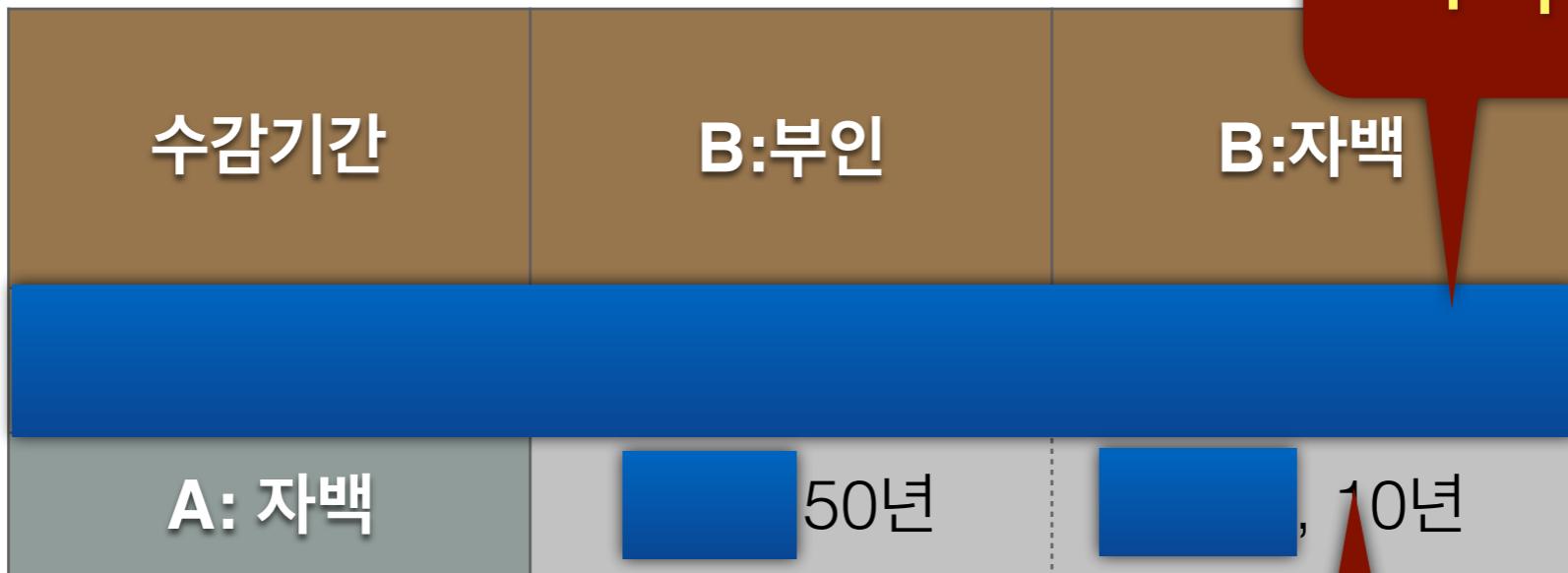
A가 부인할 경우:  
자백이 우월전략



# 우월전략 (B)

## Dominant Strategy of B

- 우월전략: 상대방의 모든 전략에 대해 언제나 유리한 전략



A가 자백할 경우:  
자백이 우월전략

# 우월 전략 균형

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

# 우월 전략 균형

B의 우월전략

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

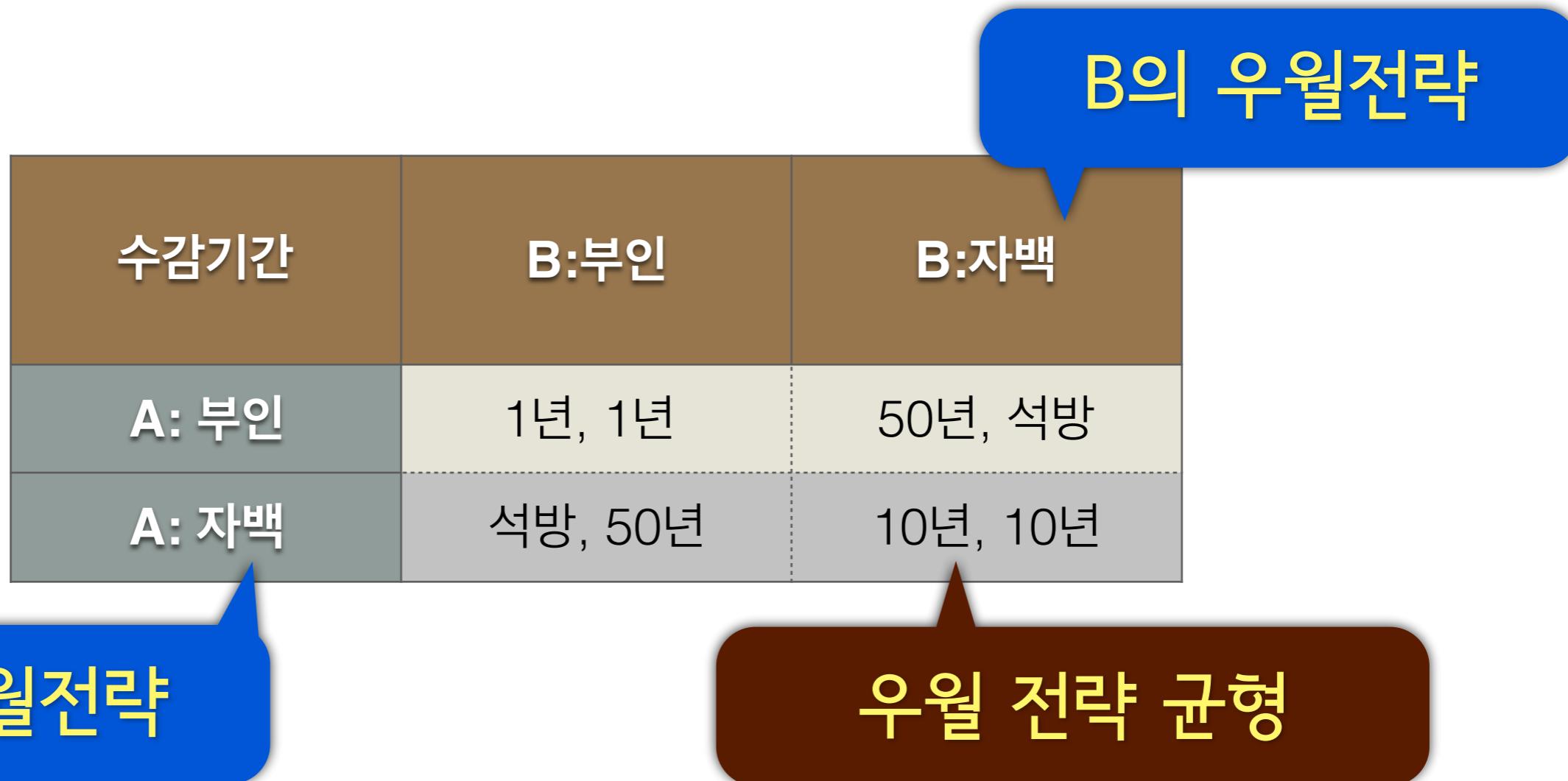
# 우월 전략 균형

B의 우월전략

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

A의 우월전략

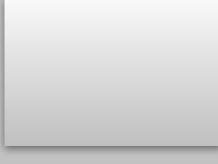
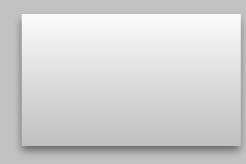
# 우월 전략 균형



# A의 최적 대응

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방, 50년	10년, 10년

# A의 최적 대응

수감기간		
A: 부인	1년, 	50년, 
A: 자백	석방, 	10년, 

# A의 최적 대응

수감기간		
A: 부인	1년, <input type="text"/>	50년, <input type="text"/>
A: 자백	석방 <input type="text"/>	10년, <input type="text"/>

# A의 최적 대응

수감기간		
A: 부인	1년, <input type="text"/>	50년, <input type="text"/>
A: 자백	<b>석방</b> <input type="text"/>	<b>10년</b> <input type="text"/>

# B의 최적 대응

수감기간		B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방	
A: 자백	석방	50년	

# B의 최적 대응

수감기간	B:부인	B:자백
	1년	, 석방
	50년	10년

# B의 최적 대응

수감기간	B:부인	B:자백
	1년	, 석방
	50년	10년

# B의 최적 대응

수감기간	B:부인	B:자백
	1년	, 석방
	50년	10년

# 내수 균형

플레이어들의 최적대응쌍

수감기간	B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방
A: 자백	석방	50년

# 내수 균형

플레이어들의 최적대응쌍

수감기간		B:부인	B:자백
A: 부인	1년, 1년	50년, 석방	
A: 자백	석방, 50년	10년	10년

# 우월전략 균형과 내쉬 균형의 관계

- 내쉬균형만이 게임이론에서의 답인 것은 아님
- 어떤 전략쌍이 우월전략 균형이라면 ⇒ 그 균형은 반드시 내쉬 균형임
- 어떤 전략쌍이 내쉬균형이라면 ⇒ 그 균형은 우월 전략균형 일수도 있지만, 아닐 수도 있음
- 우월전략균형은 내쉬균형보다 강한 개념
  - 우월전략이 존재하지 않는 게임이 대다수
  - 내쉬균형은 모든 유한게임에서 존재함



# 게임의 구성요소

# (비협조적) 게임이론의 대전제

- 경기자들의 합리성은 모든 경기자들의 공통지식 (초합리성)
- 게임의 구성요소 (참가자, 전략, 결과, 보수)는 모든 경기자 사이의 공통지식

# 게임의 4가지 구성요소

- 모든 게임은 아래 구성요소들이 누락없이 구체적으로 정의할 수 있어야 함
  - 참가자 (Players, or Participants)
  - 전략 (Actions, or Strategies)
  - 결과 (Outcomes)
  - 보수 (Profits)

# Players, or Participants

- 게임에서 행동을 결정하고 payoff를 얻는 주체
  - 즉, 게임의 주인공들
  - 사람일 수도 있지만 조직 등 집합체일 수도 있으며, 심지어는 사람으로 구성되지 않을 수도 있음
  - 반드시 대립적이어야만 하는 것은 아님
- 참가자는 반드시 2명 이상이어야 함
- 이론적으로 분석할 때에는 참가자들의 초합리성(superrationality)을 가정함.

# 합리성: 주관적 의미

# Rationality

- 여기에서의 합리성은 일상적으로 사용하는 합리성과 다소 다른 의미임
  - 명시적으로 표현하려면 “경제적 합리성”(economic rationality)이라고 하면 됨
  - “ $P_i$ 는 합리적이다”의 의미
    - $P_i$ 는 자신에게 이득이 되는 행동은 반드시 한다.
    - $P_i$ 는 자신에게 손해가 되는 행동은 반드시 하지 않는다.

# 합리성 가정의 의미

- 경제적 합리성은 인간에 대한 타당한 진술이 아님
  - 인간의 행태 중에서는 경제적 합리성으로 설명하기 어려운 것들이 흔히 관찰되기 때문임
- 하지만 비합리성을 가정할 경우 수학적으로 문제를 풀기가 매우 어려워짐
  - 따라서 경제적 합리성으로 잘 설명되는 영역에서만 적절한 전제가 될 수 있음을 명심해야 함

# Actions, or Strategies

- Action: 현 상황에서 내가 취할 수 있는 행동의 집합
- Strategy: “사전적” 으로 정의되는 가능한 모든 상황들에 대한 Action Plan
- 위 두 개념을 혼용하는 경우도 있음
- 게임 플레이 전에 가능한 모든 상황에 대해 검토하고 결론을 내려둬야 함

# Strategy

- 단 한번 하는 죄수의 딜레마라면?
- 만일 동일 상대와 죄수의 딜레마를 3회에 걸쳐서 한다면?
- 이 게임을 시작하기 전에 나의 게임 플랜은?
- 이렇게 게임을 시작하기 전에 정의하는 것이 전략

# Nash Equilibrium: Main Idea

- 일단 어떤 전략 조합 상태 (전략 프로파일)에 있다고 가정
- 이때 다른 선들이 그 상태에 머무르는 상황에서 P1만 전략을 바꿔
- 이득을 볼 수 있는가?
  - 만일 YES라면: 그 전략 프로파일은 균형이 아님 (why?) 만일 NO라면: 최소한 “P1”은 전략을 바꾸지 않을 것임
  - 이런 식으로 나머지 모든 Player들에 대해서 위 과정을 반복
- 만일 어떤 전략 프로파일이 모든 다른 선수들에 대해서도 모두 NO인
- 상태라면, 그 전략 프로파일이 바로 Nash Equilibrium (NE)

# Nash's Contribution

- 균형 개념을 고안했다는 데에 있는 것이 아니라
- 유한한 수의 선수와 유한한 수의 전략이 있는 게임에서
- (안정적인) 내쉬 균형이 반드시 하나 이상 존재한다는 점을 증명했다는 데에 있음
  - <http://www.pnas.org/content/36/1/48.full>
- 게임이 연구할 가치가 있는 대상임을 입증!

# 내수균형 실습: 조정게임

## Coordination Game

- 선수들의 행동이 조정되어야 바람직한 상태에 도달
- 사회의 표준, 관습의 중요성
- 내수 균형은?

	P2	
P1	L	R
L	1, 1	0, 0
R	0, 0	2, 2

# 순수전략 내수균형 (PSNE: Pure Strategy NE) 찾기

- 방법1: 전략의 모든 조합이 4개밖에 안되니까 4 개를 다 체크. 각각의 상태에서 다른 상태로 이탈할 때 선수 누구에게든 이득이 발생하는지 확인한다.
- 방법2: 각각의 플레이어에 대해서 상대의 행동이 내수 균형의 행동이라고 할 때 나의 행동은 어떤 것인지를 확인해준다. 이때 모든 사람의 행동이 이 같은 원칙에 부합 할 때 NE

	P2	
P1	L	R
	L	1, 1 0, 0
	R	0, 0 2, 2

# 최적대응 Best Response

- 방법2는 최적 대응 (Best response)
- 나에게 가장 이익이 되는 행 위(BR)는 상대의 행동에 의존한다. 이때 상대의 행동/전략을 어떤 함수 혹은 관계의  $x$ 라고 할 때, 이  $x$ 에서 가장 최적의 대응을 만들어주는 전략 프로파일(전략쌍)이 NE
- 앞서의 예에서  $BR_1(L) = L$ ,  $BR_1(R) = R$  과 같이 나타낼 수 있다.

		P2	
		L	R
		P1	
P1	L	1, 1	0, 0
	R	0, 0	2, 2

# 매-비둘기 게임 (겁쟁이 게임)

- 조정 게임과는 반대의 상황
- 다른 이름: Chicken game, snow-drift game

	P2	
P1	H	H D
H	$-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1, 0
D	0, 1	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$

# 겁쟁이게임

- 겁쟁이게임: 좁은 도로 위에서 자동차를 마주 달려 먼저 핸들을 꺾는 사람이 지는 게임. 둘 모두 꺾지 않는 경우 파국으로 치달음.



먼저 뛰어내리는 사람이 겁쟁이야. 알았지?

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무,무	패배,승리
A:돌진	승리,패배	죽음,죽음

# 겁쟁이 게임의 Payoff Matrix

	전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무,무	패배,승리	
A:돌진	승리,패배	죽음,죽음	

# 우월전략 (B의 입장)

우월전략이 존재하지 않는 게임임

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무,무	패배,승리
A:돌진	승리,패배	죽음,죽음

# 우월전략 (B의 입장)

우월전략이 존재하지 않는 게임임

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무,무	패배,승리

# 우월전략 (B의 입장)

우월전략이 존재하지 않는 게임임

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	[Blue Box], 무	[Blue Box], 승리

# 우월전략 (B의 입장)

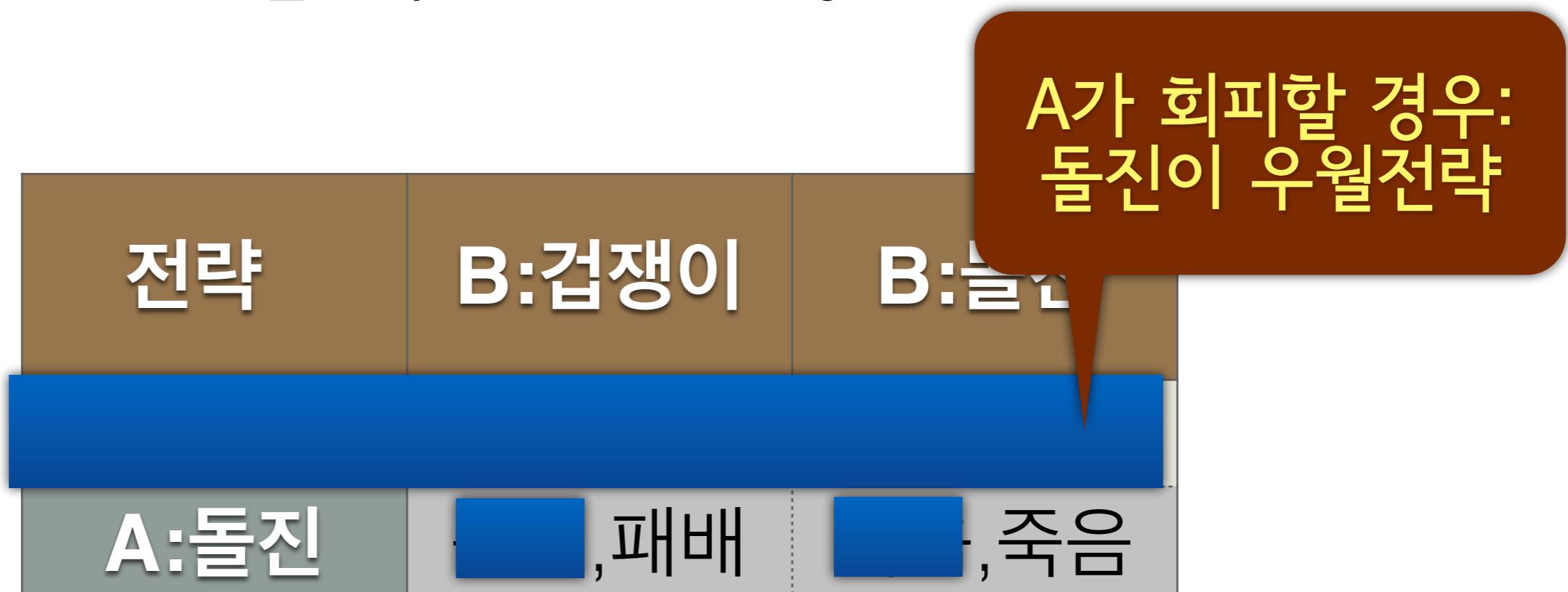
우월전략이 존재하지 않는 게임임

전략	B:겁쟁이	B:늘기
A:겁쟁이	[Blue Box], 무	[Blue Box], 승리

A가 회피할 경우:  
돌진이 우월전략

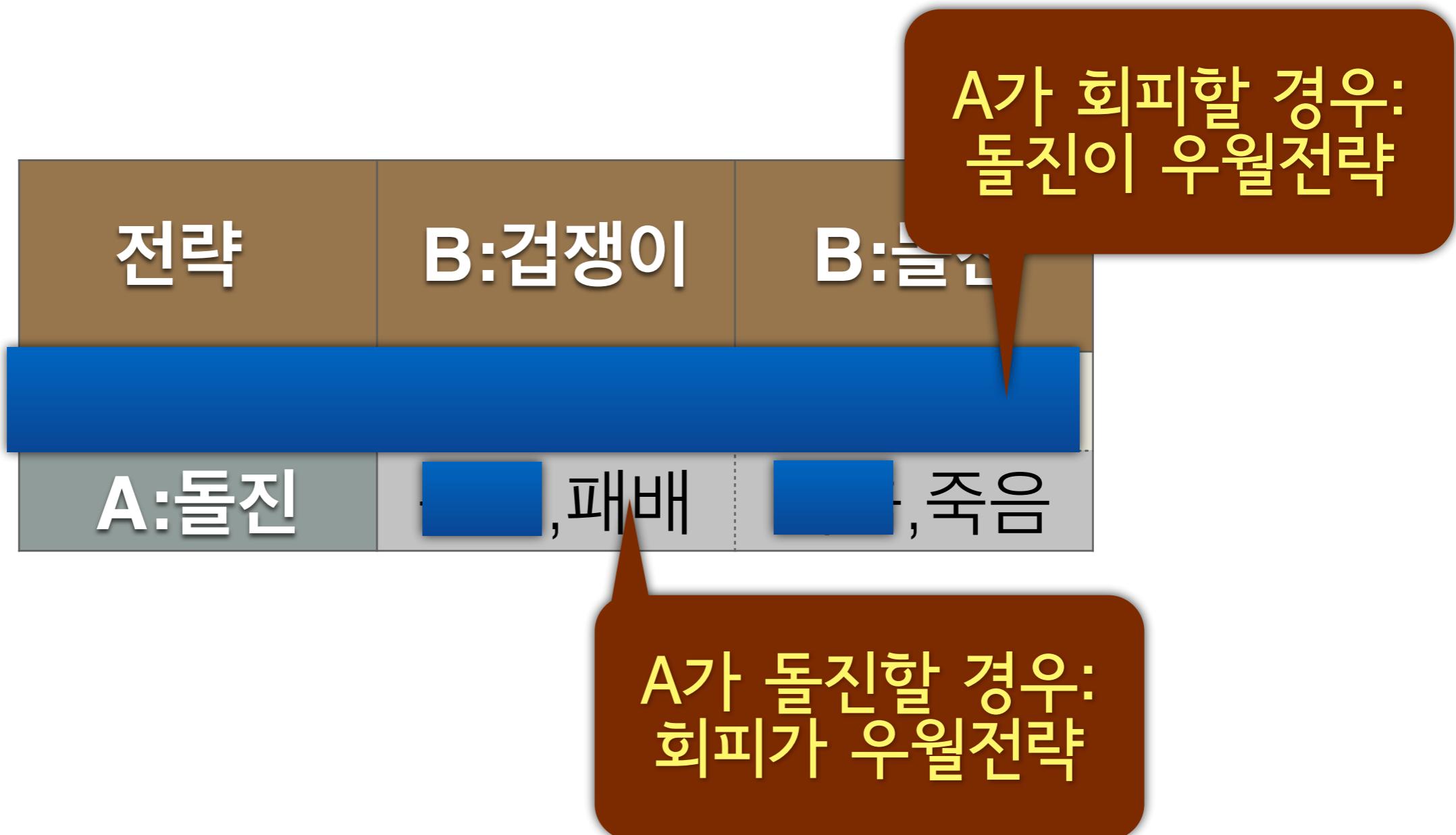
# 우월전략 (B의 입장)

우월전략이 존재하지 않는 게임임



# 우월전략 (B의 입장)

우월전략이 존재하지 않는 게임임



# A의 최적 대응

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무,무	패배,승리
A:돌진	승리,패배	죽음,죽음

# A의 최적 대응

전략		
A:겁쟁이	무,	패배,
A:돌진	승리,	죽음,

# A의 최적 대응

전략		
A:겁쟁이	무,	패배,
A:돌진	승리	죽음,

# A의 최적 대응

전략		
A:겁쟁이	무,	패배,
A:돌진	승리,	죽음,

# B의 최적 대응

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무, 무	패배, 승리
A:돌진	승리, 패배	죽음, 죽음

# B의 최적 대응

전략	B:겁쟁이	B:돌진
	무	,승리
	,패배	,죽음

# B의 최적 대응

전략	B:겁쟁이	B:돌진
	무	, 승리
	, 패배	, 죽음

# B의 최적 대응

전략	B:겁쟁이	B:돌진
	무	, 승리
	패배	, 죽음

# (순수전략) 내수균형

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무, 무	패배, 승리
A:돌진	승리, 패배	죽음, 죽음

# 보수행렬의 속성

보수의 크기 순서가 중요함

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	무, 무	패배, 승리
A:돌진	승리, 패배	죽음, 죽음

전략	B:겁쟁이	B:돌진
A:겁쟁이	30, 30	10, 100
A:돌진	100, 10	0, 0

# 최후통첩게임

# 최후 통첩 게임

- 임의의 두 사람과 매칭될 것임.
- 제안하는 사람:
  - 1000 ECU (Experimental Currency Unit) 을  
분배
- 제안받는 사람:
  - 위 제안을 수락: 제안한 금액을 둘이 나눠가짐
  - 위 제안을 거절: 양쪽 모두 0 ECU

# 생활속의 최후통첩게임

- 판매자: 제안자
  - A라는 상품을 p 만큼의 화폐와 교환할 것을 제안
- 구매자: 수용자
  - 위 제안을 받아들이기 / 거절하기
- 거절할 경우 양쪽의 payoff는 모두 0
- 수용할 경우
  - 판매자: A상품의 판매 이윤 ( $p - A$  비용)
  - 구매자: A상품의 구매이득 ( $A$ 에 대해 느끼는 구매자의 가치 -  $p$ )

# PSNE가 없는 경우

- 간단한 버전의 짤짤이
  - Matching Pennies
- 선수1이 백원짜리 동전의 앞 뒤를
- 접고, 선수2가 맞춘다.
- 이 게임의 내쉬 균형은 있는가?

		P2
	H	T
P1	H	-1, 1      1, -1
	T	1, -1      -1, 1

# 혼합전략

# Mixed Strategy

- 분명 Nash는 모든 게임에 균형이 있다고 했는데??
- 과연 이 문제를 어떻게 해결할 것인가?
- Nash가 염두에 둔 전략은 전략들을 확률적으로 구사하는 것: 혼합전략

# 혼합전략에서의 최적대응

- 혼합전략 아래에서는 플레이어는 어떤 전략을 구사하더라도 동일한 보수를 얻어야 함
  - 다른 전략을 구사했을 때 더 나은 보수를 얻는다면 당연히 그 전략을 택할 것이기 때문
- 이를 이용하면 쉽게  $p, q$  를 찾을 수 있음

# 혼합전략에서의 최적대응 찾기

- 즉, 서로가 혼합전략을 구사한다고 하자. 이때  $P_1$ 이  $H$ 와  $T$ 를 통해 얻는 보수는 각각 다음과 같다.
- $P_1$ 에게 이 두 값이 같을 때에만,  $\pi_1(H) = \pi_1(T)$ ,  $P_1$ 은 혼합전략을 구사하게 될 것이다. 만약 일 다르다면 당연히 100%의 확률로 보수가 더 높은 전략을 구사할 것이다.
- 따라서,  $P_2$ 의 최적의 전략은  $q^* = 1/2$
- 마찬가지로  $\pi_2$ 도 전략별로 계산하면  $p^* = 1/2$

$$\pi_1(H) = q[-1] + (1 - q)[1]$$

$$\pi_1(T) = q[1] + (1 - q)[-1]$$

# 공유자원의 비극: 게임 모형

- 경기자: 공해배출기업1,2
- 행동: 많은 오염기술 / 적은 오염기술
- 보수:



# 내수균형 구해보기



# 미국 담배광고 금지

- 1970년 미국 의회는 TV 담배 광고 금지를 검토
- 담배산업은 아무도 적극적인 반대입장을 표명하지 않음
- 담배기업의 최적대응은 상대가 [광고]할 때 [광고]하는 것, 그리고 상대가 [광고하지 않]을 때 [광고하지 않]는 것
  - Payoff(무광고, 무광고) > Payoff(광고, 광고)
- 자발적으로는 도달할 수 없기 때문에 오히려 광고 금지 제재가 환영받을 수 있는 상황



# 게임이론의 현실 적용시 유의사항

- 게임이론 분석을 위해서는 가능한 모든 행동 조합에 대해 보수를 정확히 알아야 함
  - 현실에서는 보수조합을 제대로 알지 못하는 경우가 존재
- 경기자들의 이질성
  - 경기자들의 정보력, 경험이 다를 수 있음

# 전개형 게임

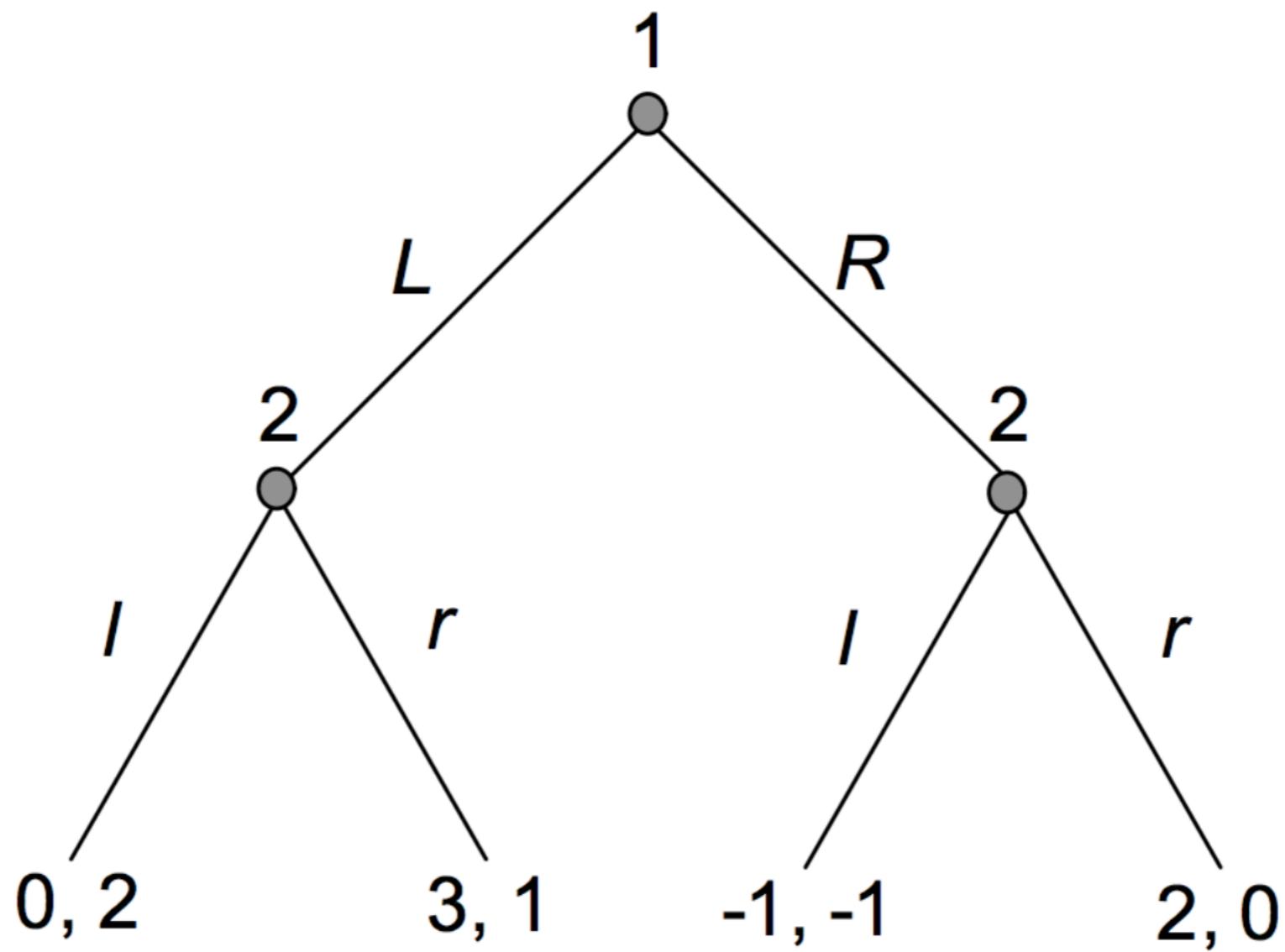
# 전개형 게임, 반복 게임

- 지금까지 살펴본 게임방식:
  - 플레이어는 상대방의 결정을 모른 채 전략적 결정을 내린다
  - 게임은 1회만 진행한다
- 위 두 방식의 변형
  - 상대의 결정을 안다: 전개형 게임
  - 상대와 여러 번 게임을 한다: 반복 게임

# 전개형 게임의 요소

- 게임 표현 방법이 다른 것일 뿐임
  - 모든 전략형 게임은 전개형 게임으로 표현 가능
  - 모든 전개형 게임은 전략형 게임으로 표현 가능
- 전개형 게임의 요소
  - 참가자들
  - 각 참가자들의 액션, 전략
  - 선택 노드, 게임 트리
  - 정보집합 (무엇을 알고 무엇을 모르는지에 대한 표현)

# Game Tree



# 최후통첩게임의 전개형 표현

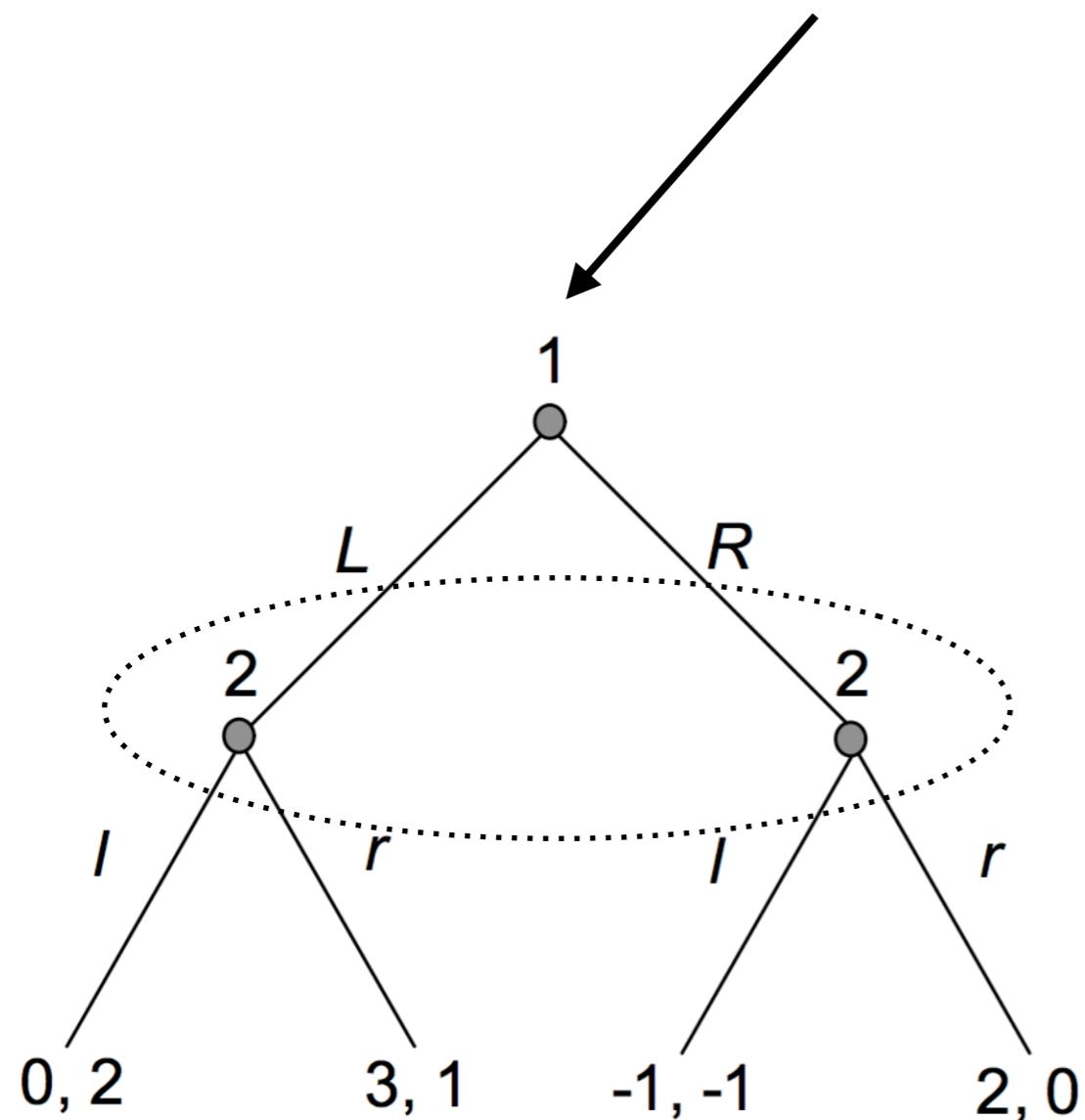
- 제안자의 행동: 총 11가지
  - 상대에게 0, 100, 200, …, 1000 points 제안
- 수락자의 행동: 총 2가지
  - Accept, Reject
- 전개형으로 표현해보자

# 정보집합

# Information Set

- 전개형 게임에서 정보집합은 다음을 의미
  - 노드의 플레이어가 같을 것
  - 이 집합에 속해 있는 노드가 2개 이상일 경우 플레이어는 자신이 그 집합에 속한 노드들 중 어느 노드에 있는지 알지 못하고 있음

# 전개형, 전략형

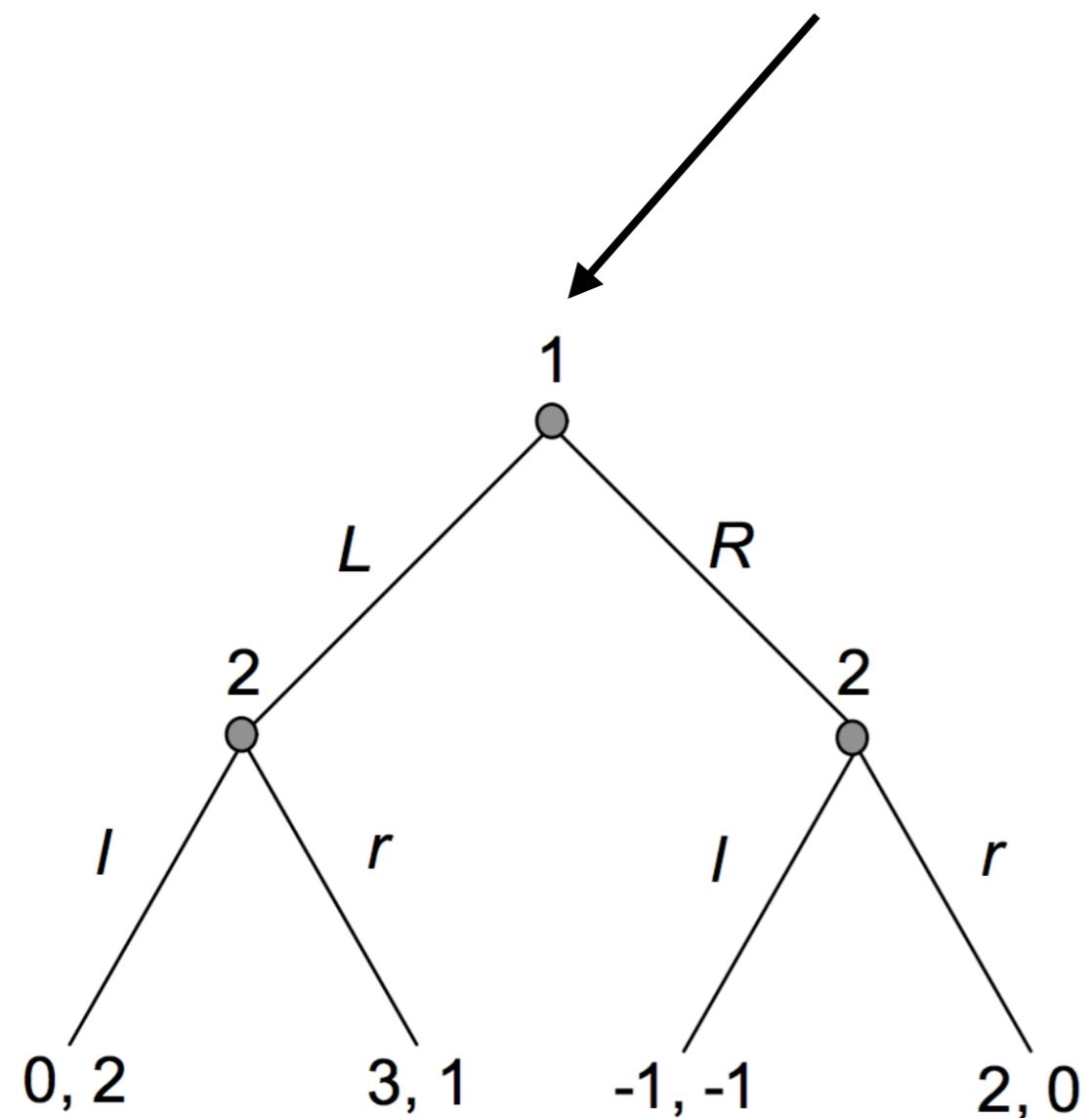


A normal form game matrix representing the same game. The columns represent Player 1's strategies ( $L$  and  $R$ ) and the rows represent Player 2's strategies ( $l$  and  $r$ ). The payoffs are listed as (Player 1 payoff, Player 2 payoff).

		$r$	
		$l$	$r$
$L$	$l$	$0, 2$	$3, 1$
	$r$	$-1, -1$	$2, 0$
$R$			

PSNE를 찾아보자

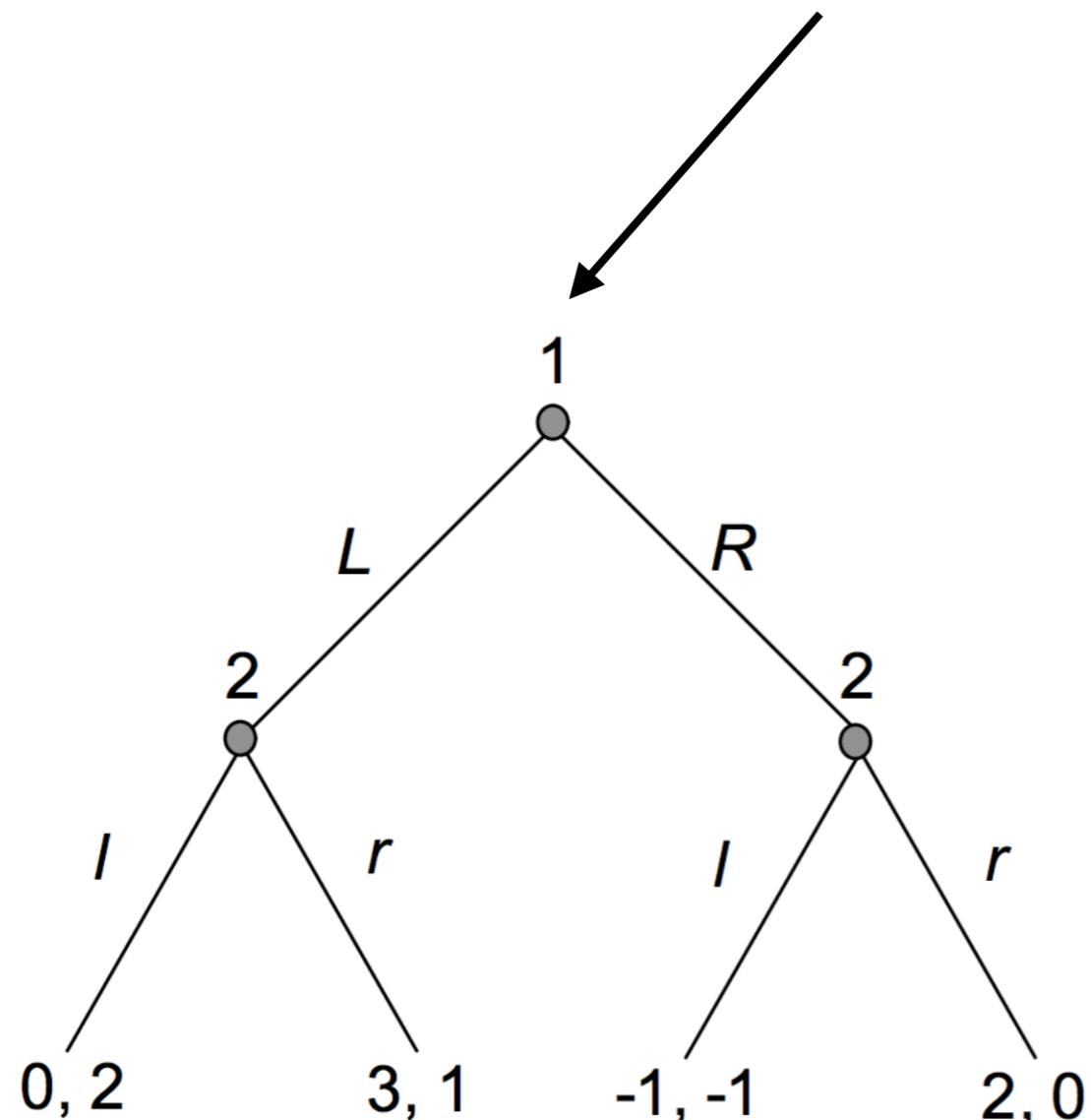
# 전개형, 전략형



		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr	
		<b>L</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>
		<b>R</b>	<b>-1,-1</b>	<b>2,0</b>	<b>-1,-1</b>	<b>2,0</b>
1	2					

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

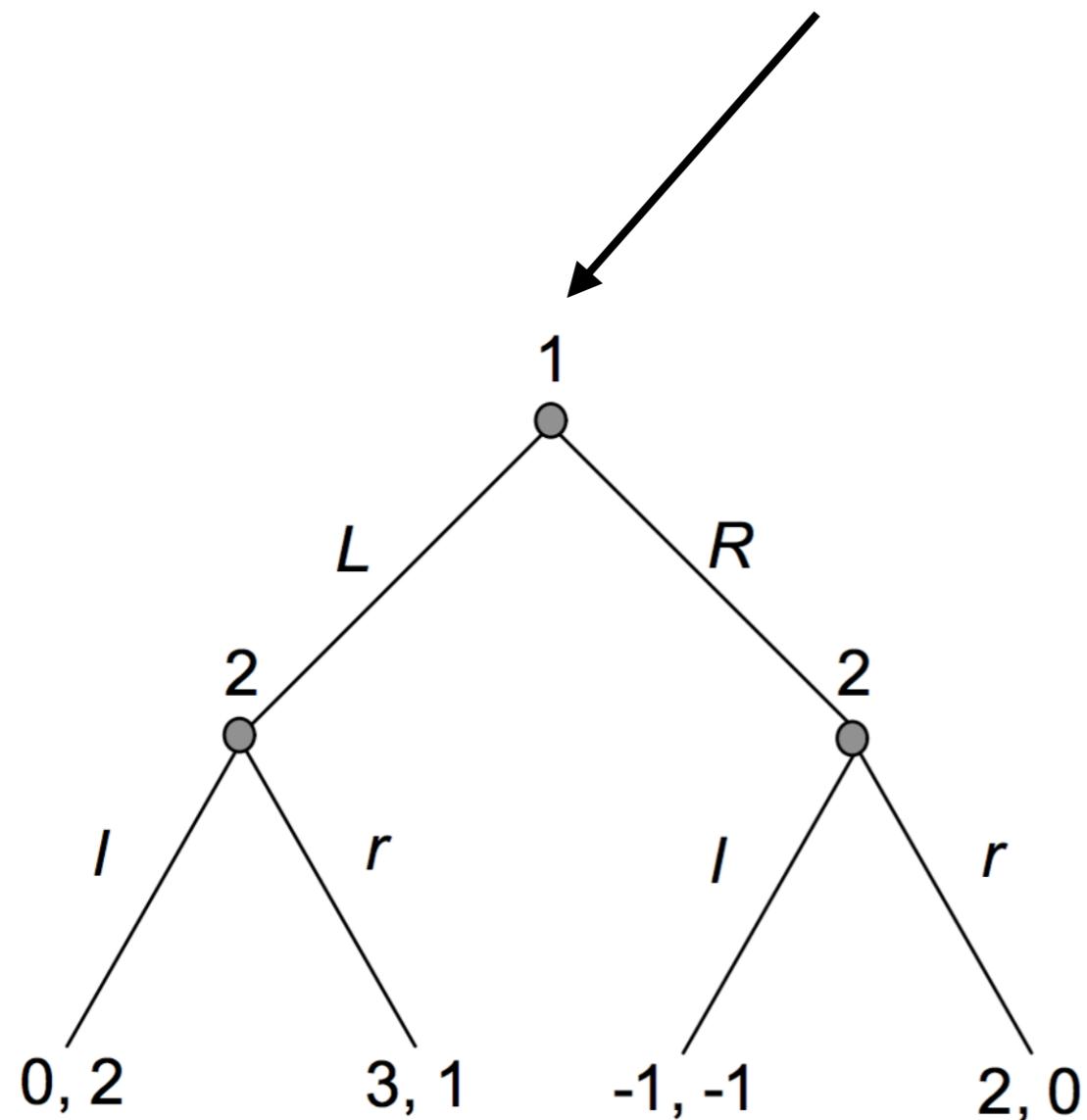


L에는 I로, R에는 r로 대응하는 전략

	LIRI	LIrR	LrRI	LrRr
L	0,2	0,2	3,1	3,1
R	-1,-1	2,0	-1,-1	2,0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

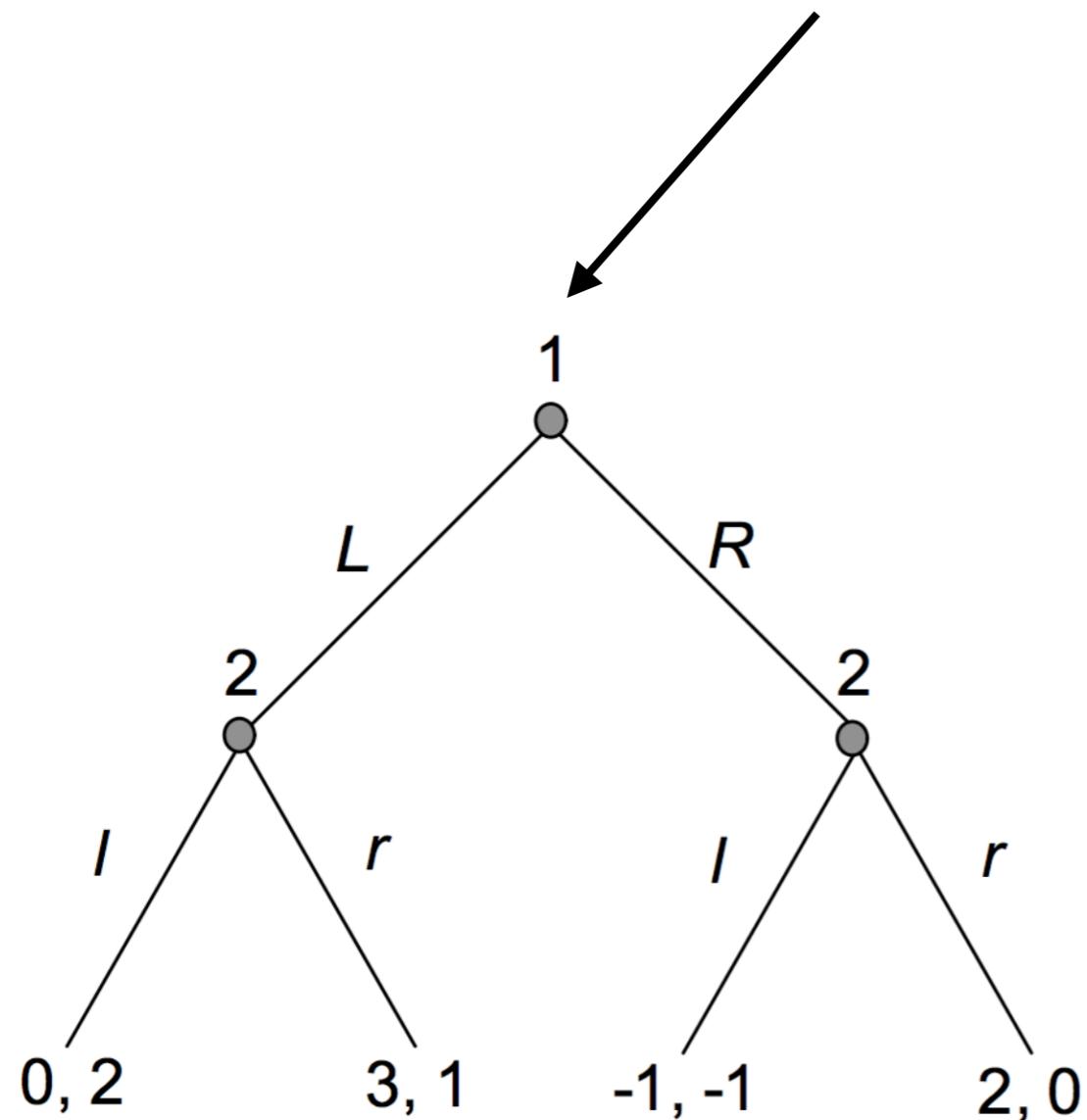


L에는 I로, R에는 r로 대응하는 전략

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr
		0,2	0,2	3,1	3,1
		L	R	-1,-1	2,0
		0,2	0,2	3,1	3,1
		L	R	-1,-1	2,0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

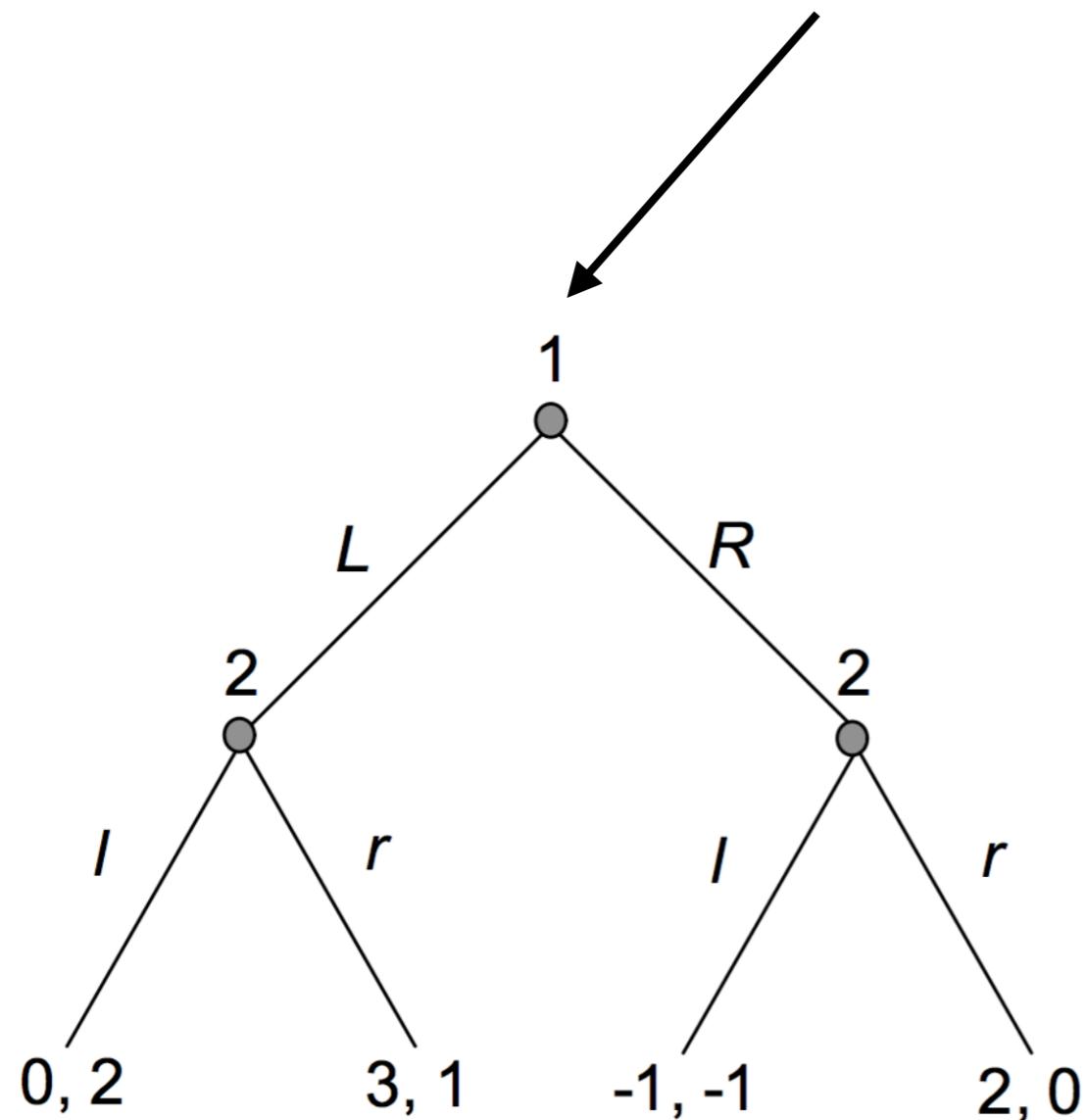


L에는 I로, R에는 r로 대응하는 전략

		LIRI	LIrRr	LrRI	LrRr
		0,2	0,2	3,1	3,1
		L	R	-1,-1	2,0
		0,2	2,0	-1,-1	2,0
		-1,-1	2,0	-1,-1	2,0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

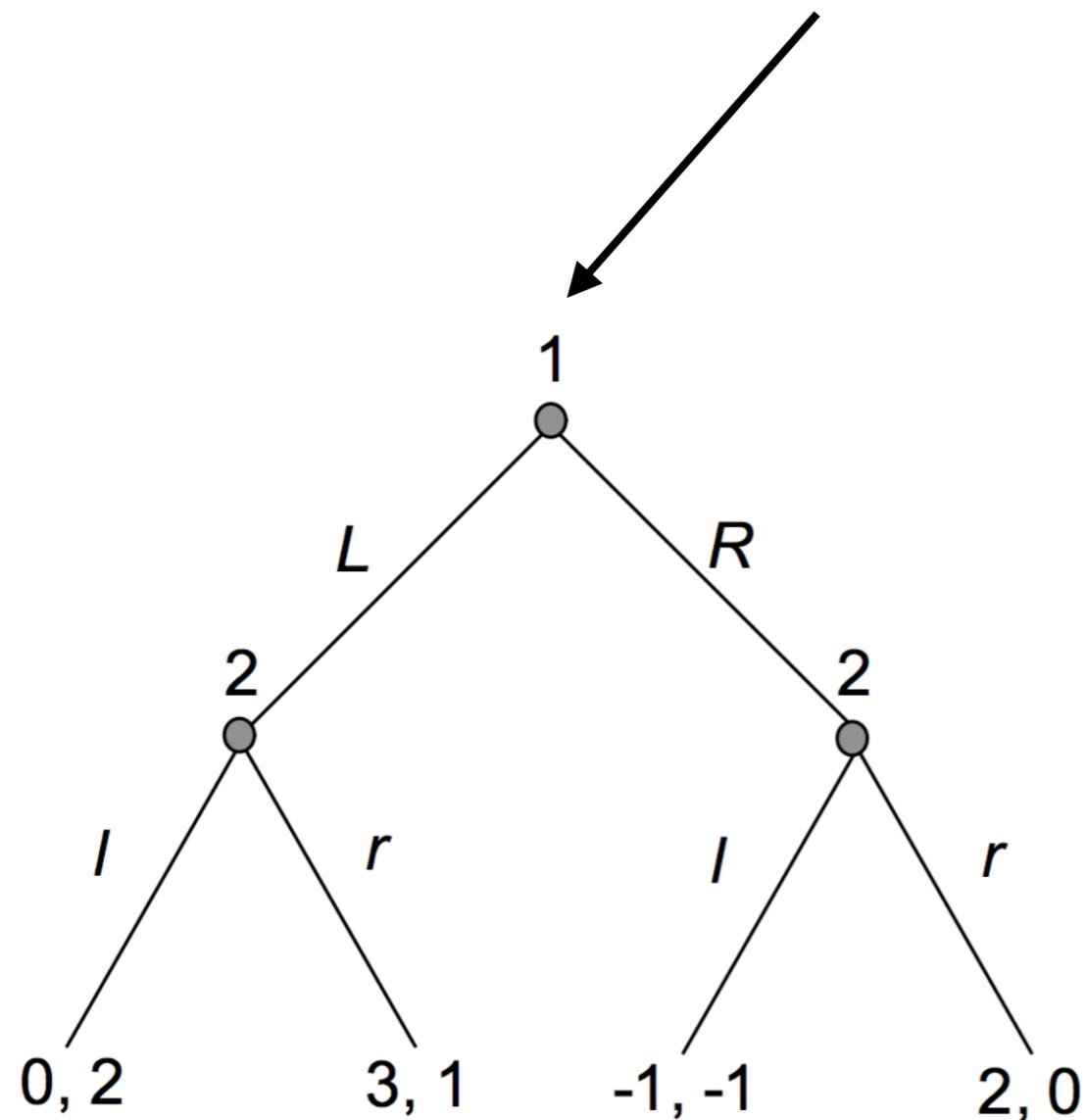


L에는 I로, R에는 r로 대응하는 전략

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr
		<b>L</b>	<b>LIRR</b>	<b>LrRI</b>	<b>LrRr</b>
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
L	0, 2	0, 2	3, 1	3, 1	3, 1
	-1, -1	2, 0	-1, -1	-1, -1	2, 0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형



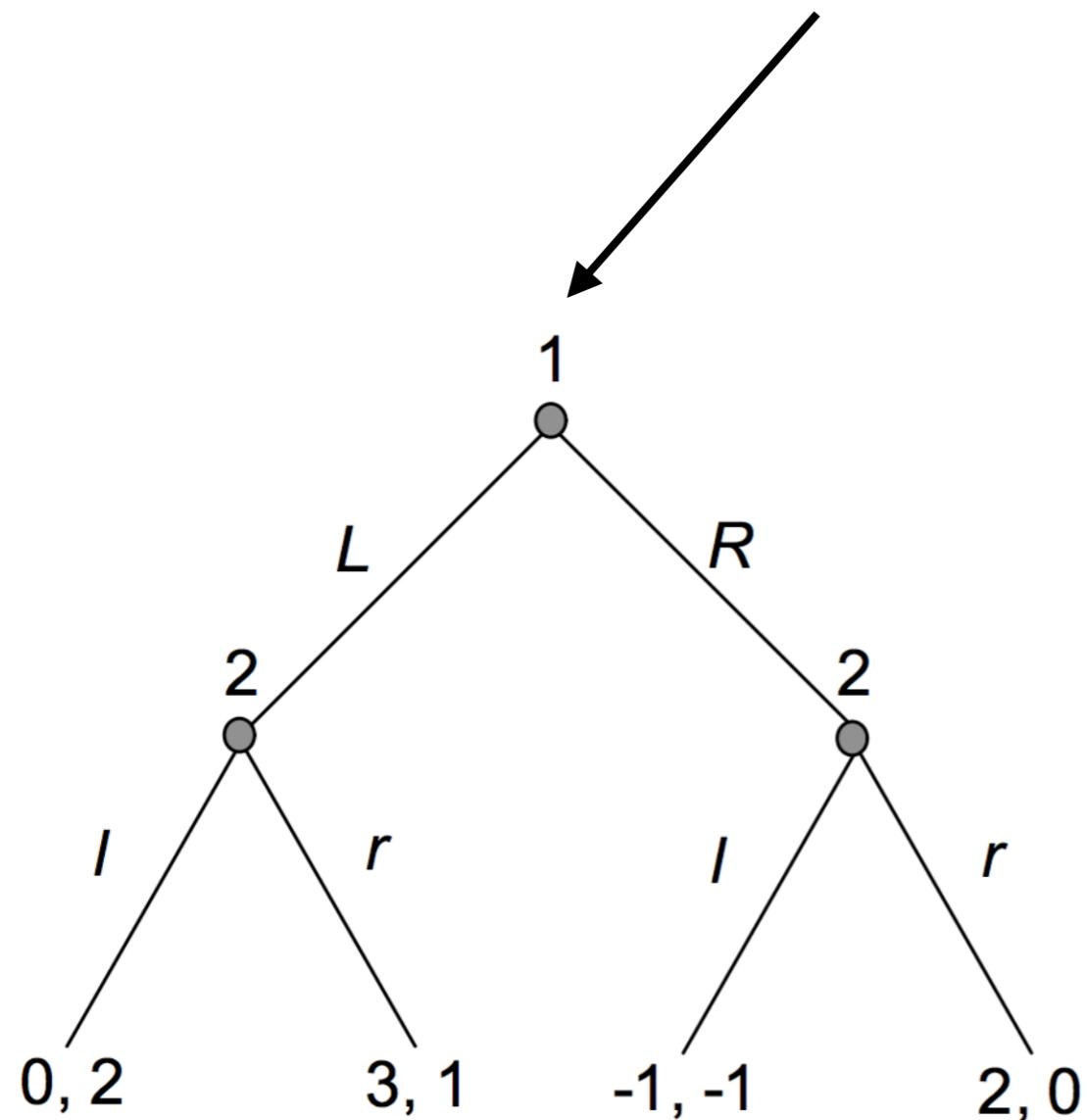
A normal form game matrix showing payoffs for Player 1 (rows) and Player 2 (columns). The strategies for Player 1 are L and R. The strategies for Player 2 are I and r. The payoffs are: (0, 2) for (L, I), (3, 1) for (L, r), (-1, -1) for (R, I), and (2, 0) for (R, r). The matrix is labeled with row and column headers: LIRI, LIRR, LrRI, LrRr.

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		-1, -1	-1, -1	2, 0	2, 0
L	0, 2	3, 1	2, 0	2, 0	
R	-1, -1	-1, -1	2, 0	2, 0	

L에는 I로, R에  
는 r로 대응하는  
전략

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

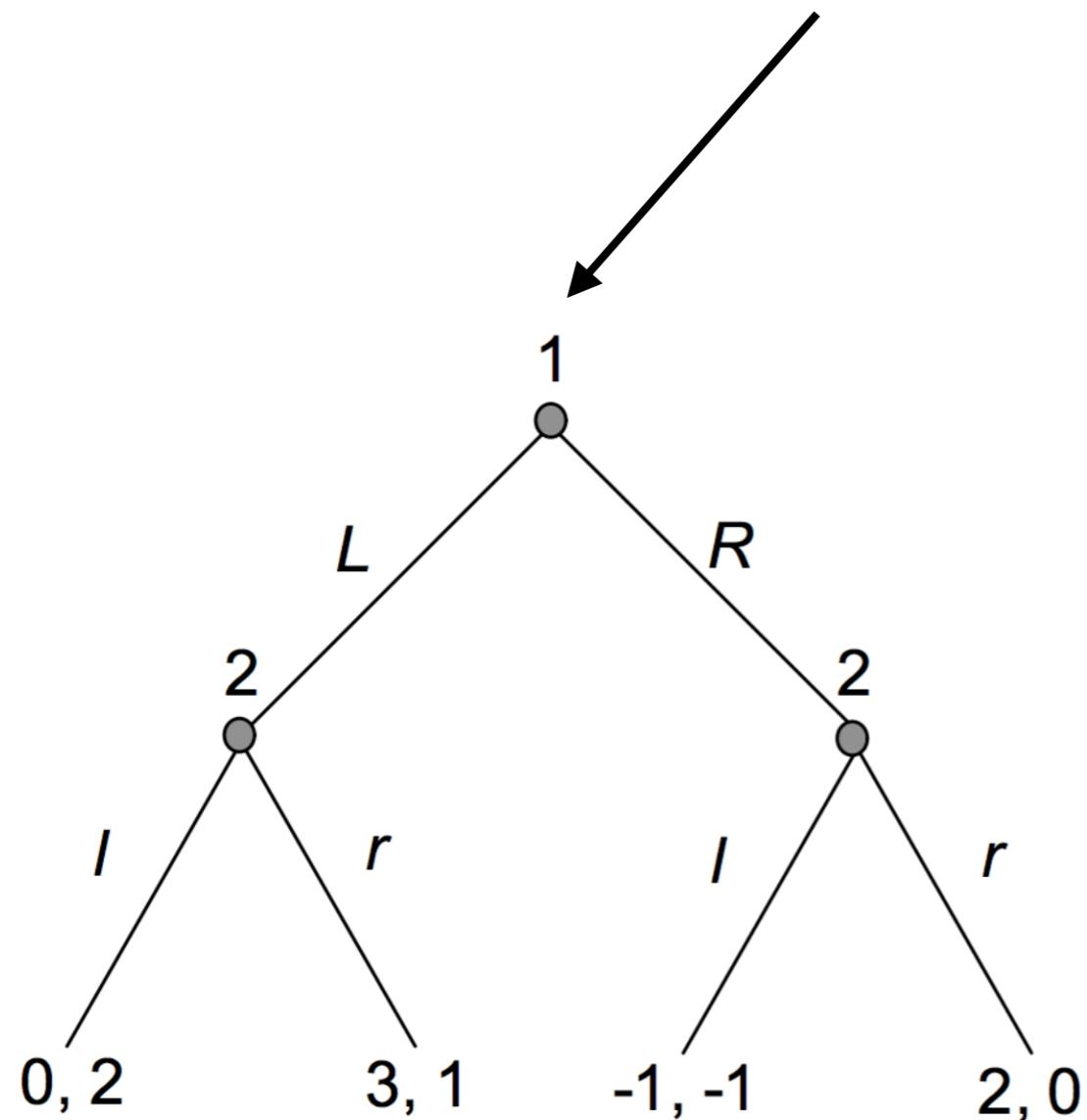


L에는  $I$ 로, R에는  $r$ 로 대응하는 전략

		LIRI	LIrRr	LrRI	LrRr
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		L	R	-1, -1	2, 0
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		-1, -1	2, 0	-1, -1	2, 0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

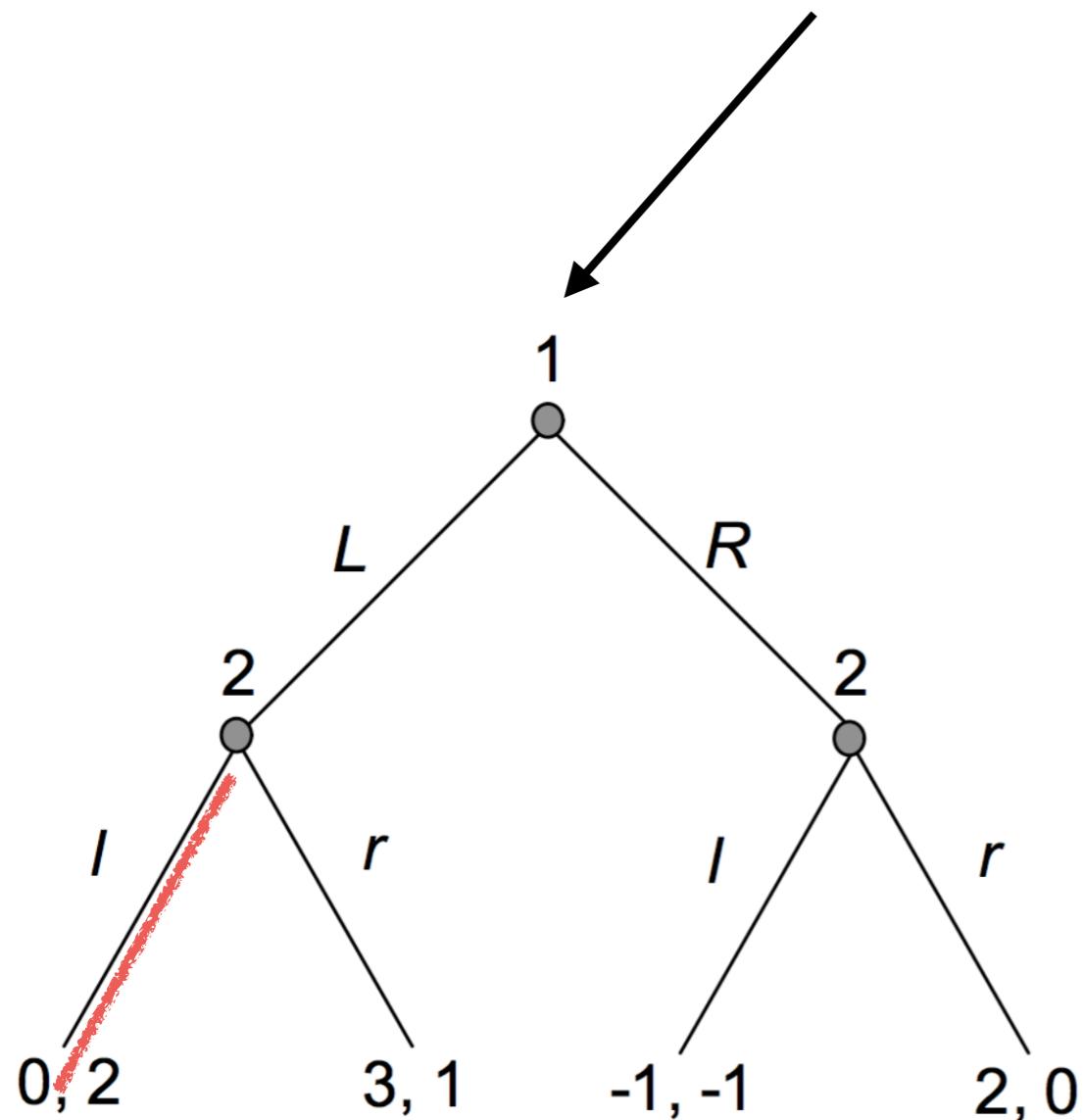


L에는  $I$ 로, R에는  $r$ 로 대응하는 전략

		LIRI	LIrRr	LrRI	LrRr
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		L	R	-1, -1	2, 0
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		-1, -1	2, 0	-1, -1	2, 0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

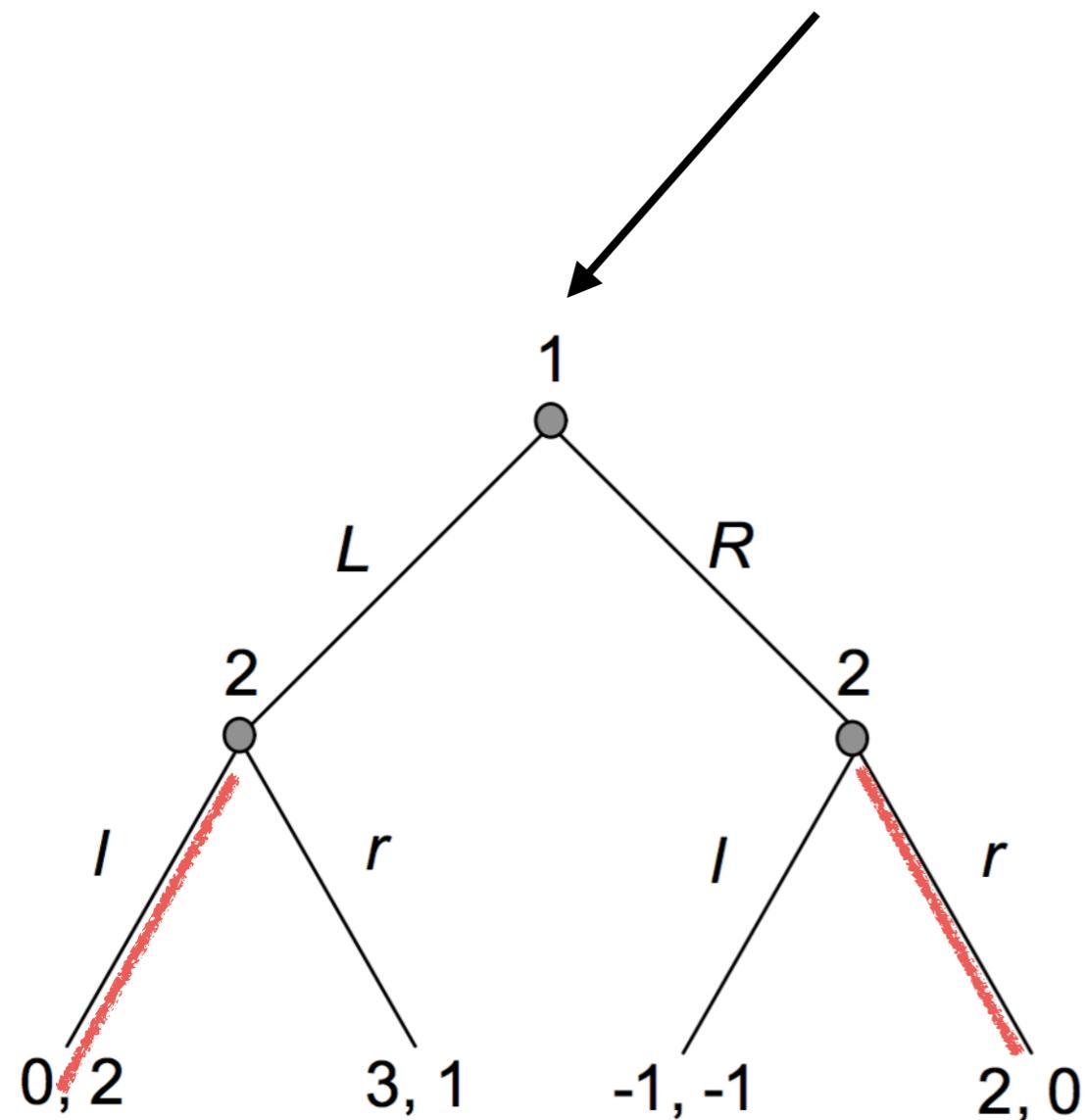


L에는 *I*로, R에는 *r*로 대응하는 전략

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		L	R	-1, -1	2, 0
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		-1, -1	2, 0	-1, -1	2, 0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형

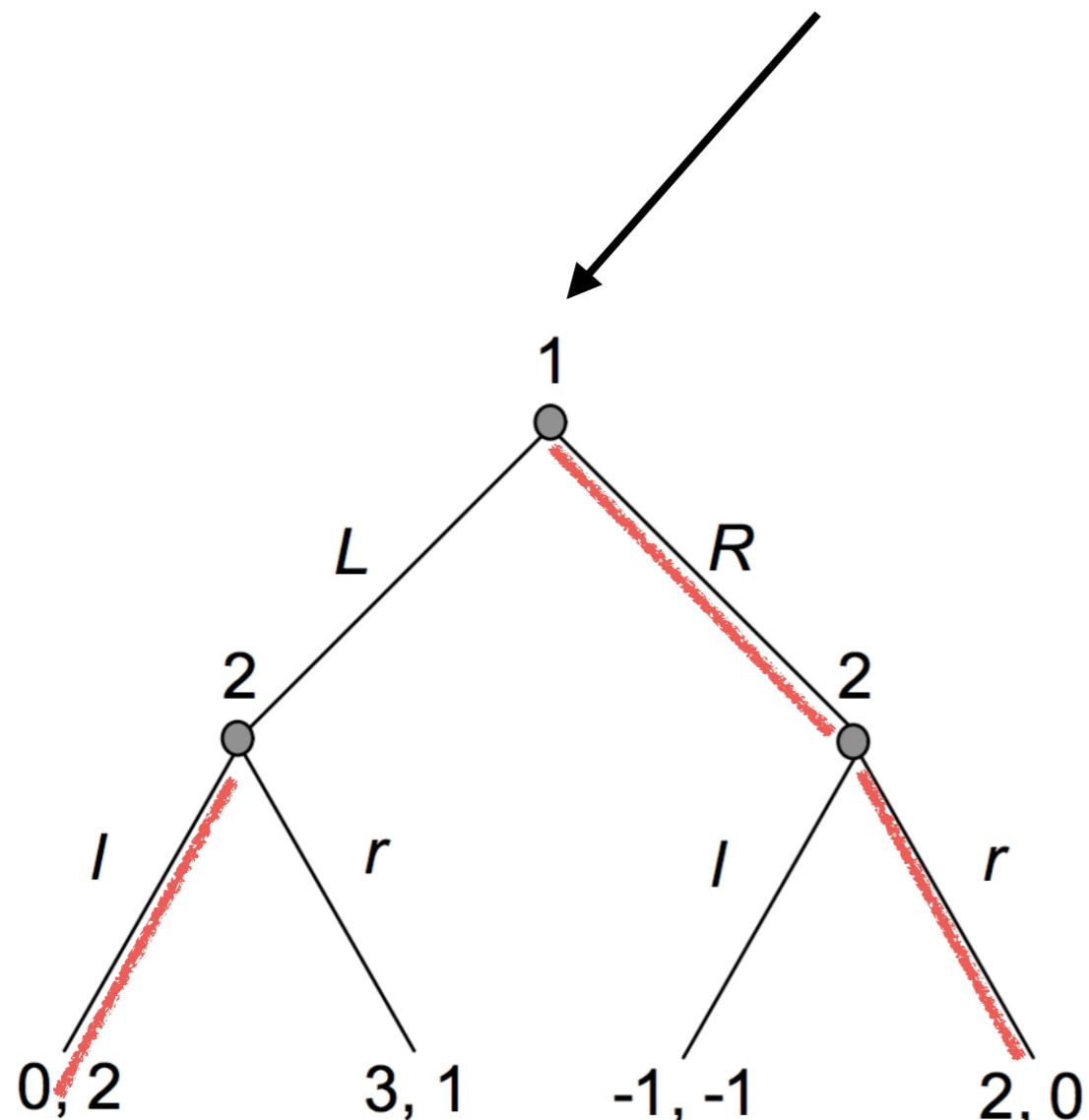


L에는 *I*로, R에는 *r*로 대응하는 전략

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		L	R	-1, -1	2, 0
		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		-1, -1	2, 0	-1, -1	2, 0

PSNE를 찾아보자

# 전개형, 전략형



L에는 I로, R에는 r로 대응하는 전략

		LIRI	LIRR	LrRI	LrRr	
		<b>L</b>	0, 2	0, 2	3, 1	3, 1
		<b>R</b>	-1, -1	2, 0	-1, -1	2, 0
1		0, 2	0, 2	3, 1	3, 1	
2		3, 1	-1, -1	2, 0	2, 0	

PSNE를 찾아보자

# 이 균형은 만족스러운가?

- 이상하다고 느껴지는 균형이 있는가?
- 만일 이상하다면 왜 이상한가?
- 균형을 찾기 위해 전개형 게임을 전략형으로 축약하는 과정에서 일은 것은 없는가?

	LI	Lr	RI	Rr
L	0, 2 3, 1	3, 1 0, 2	3, 1 0, 2	3, 1 0, 2
R	-1, -1 2, 0	2, 0 -1, -1	-1, -1 2, 0	2, 0 -1, -1

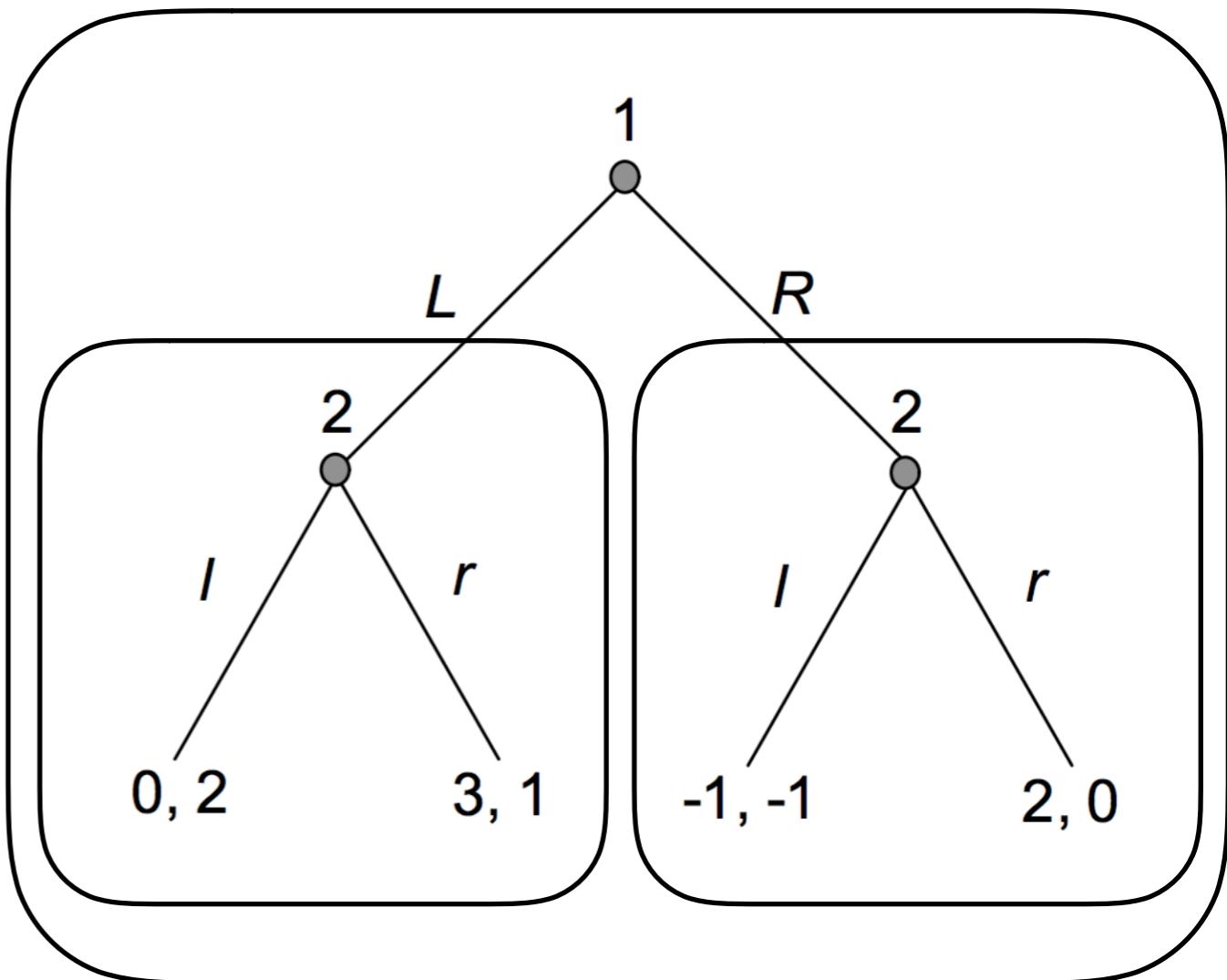
# Equilibrium Refinement

- 균형이 너무 많으면 균형으로서 힘을 잃는다.
  - 내쉬균형의 문제
- 여러 개의 균형 중에서 보다 의미 있는 것과 아닌 것을 구별할 수 있는 방법은?
- 이제 전개형 게임에서 최초의 균형 선택 과정이 나타나게 된다.

# 부분게임

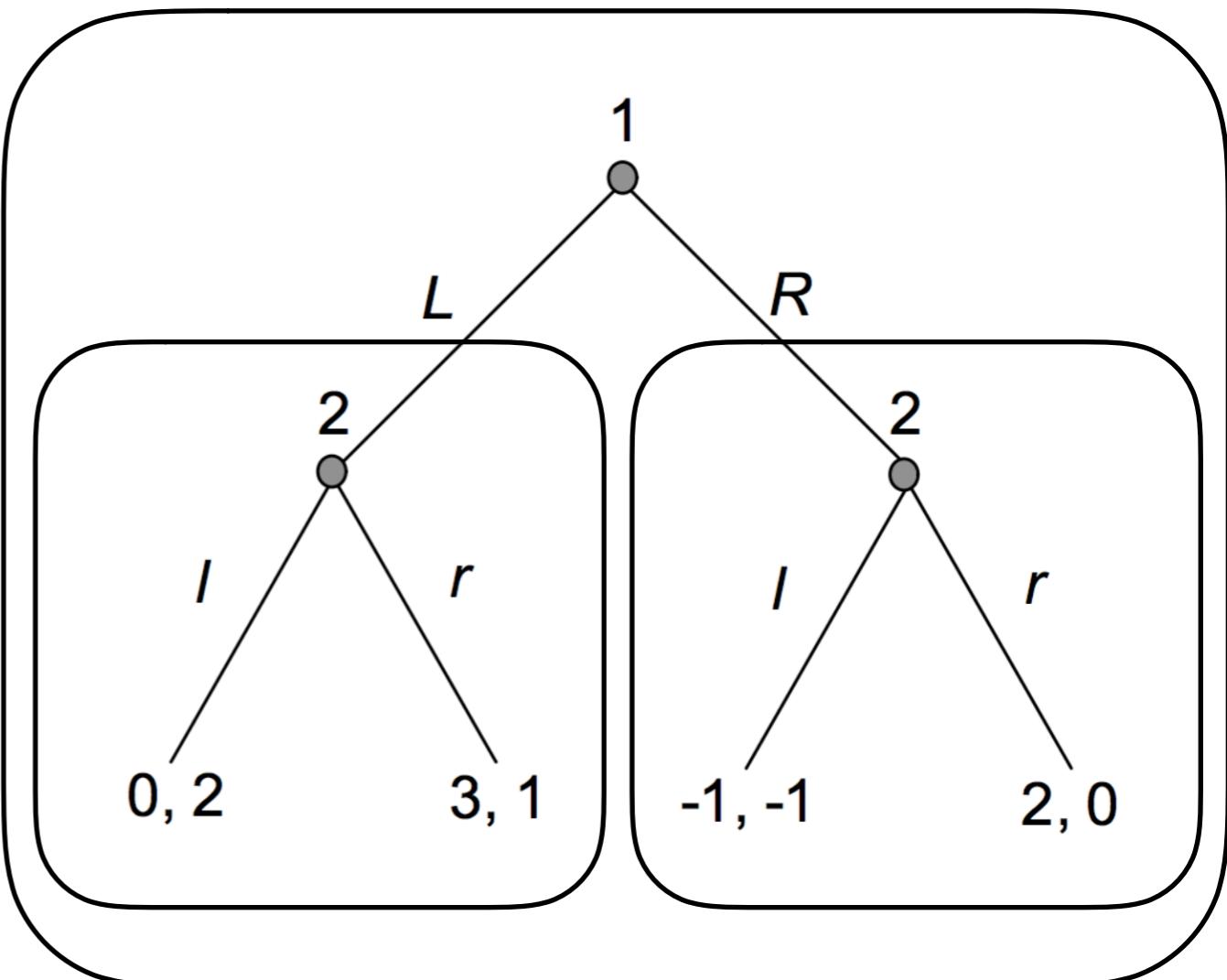
## Subgame

- 전개형 게임에서 원래 게임에서 떼어낼 수 있는 부분
- 이렇게 떼어낸 후 무엇이 좋 은지 생각한다.
- 서브게임은 어디에서부터 생 겨나는가?
- 역진귀납법, 후방추론법 (backward induction)



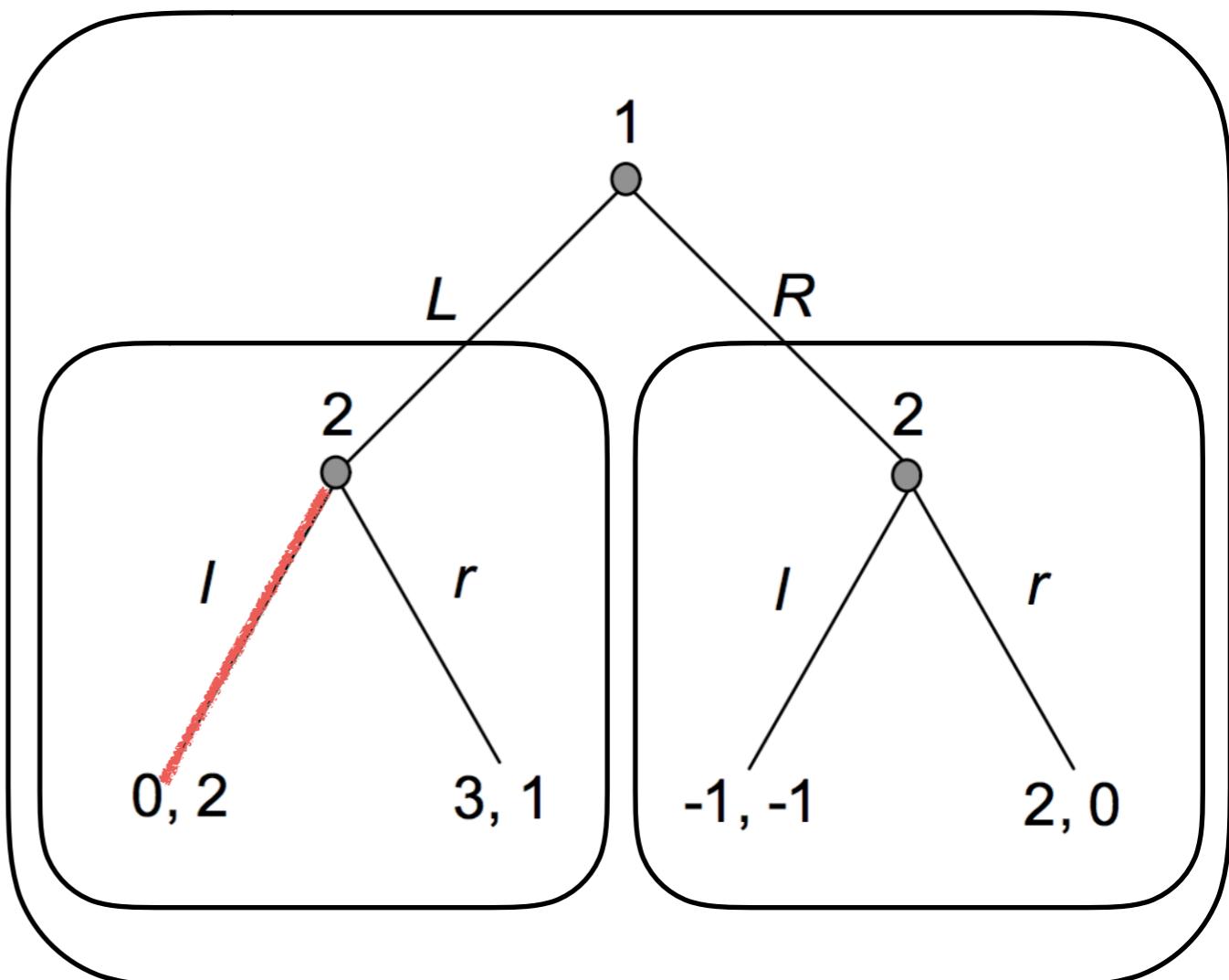
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



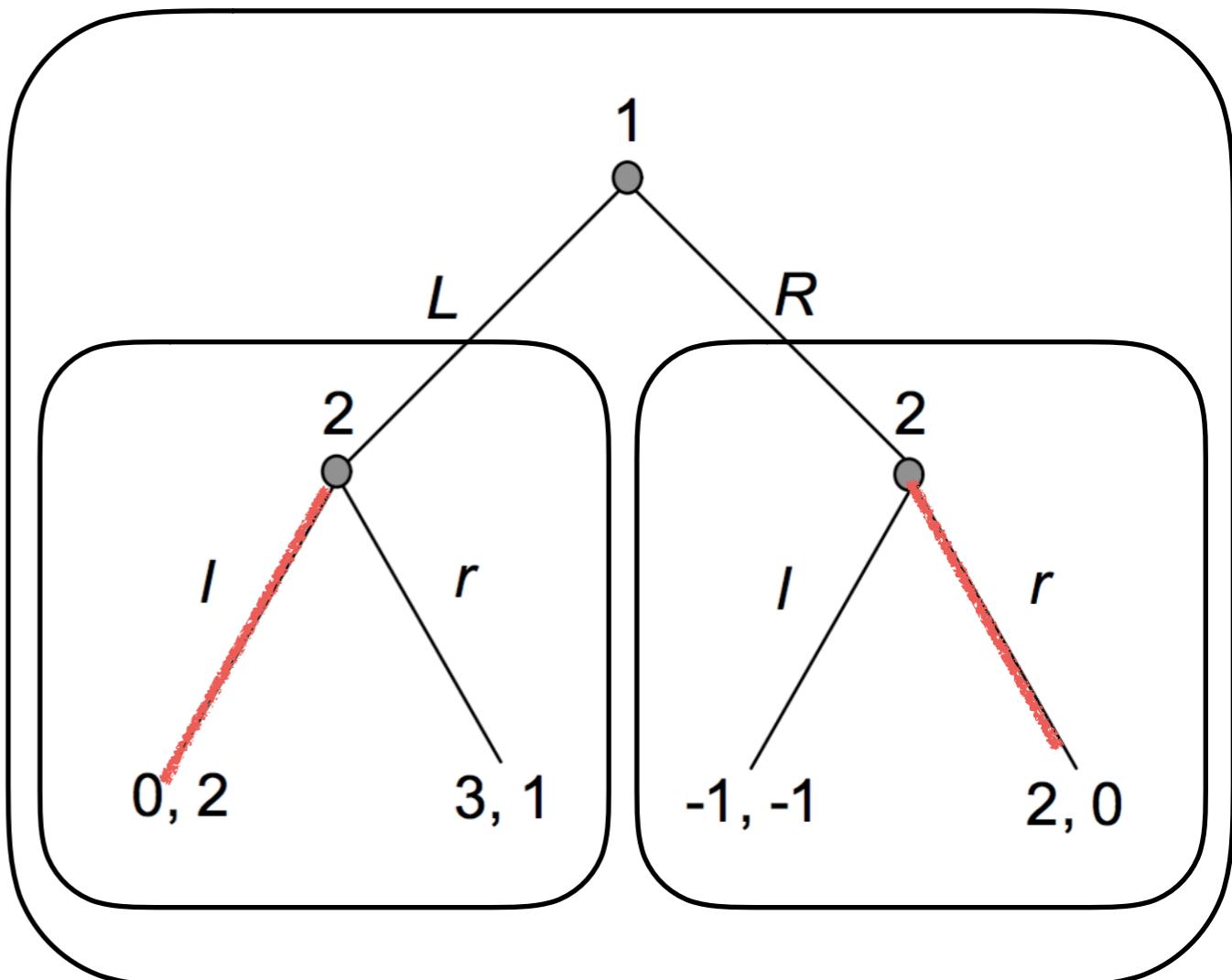
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



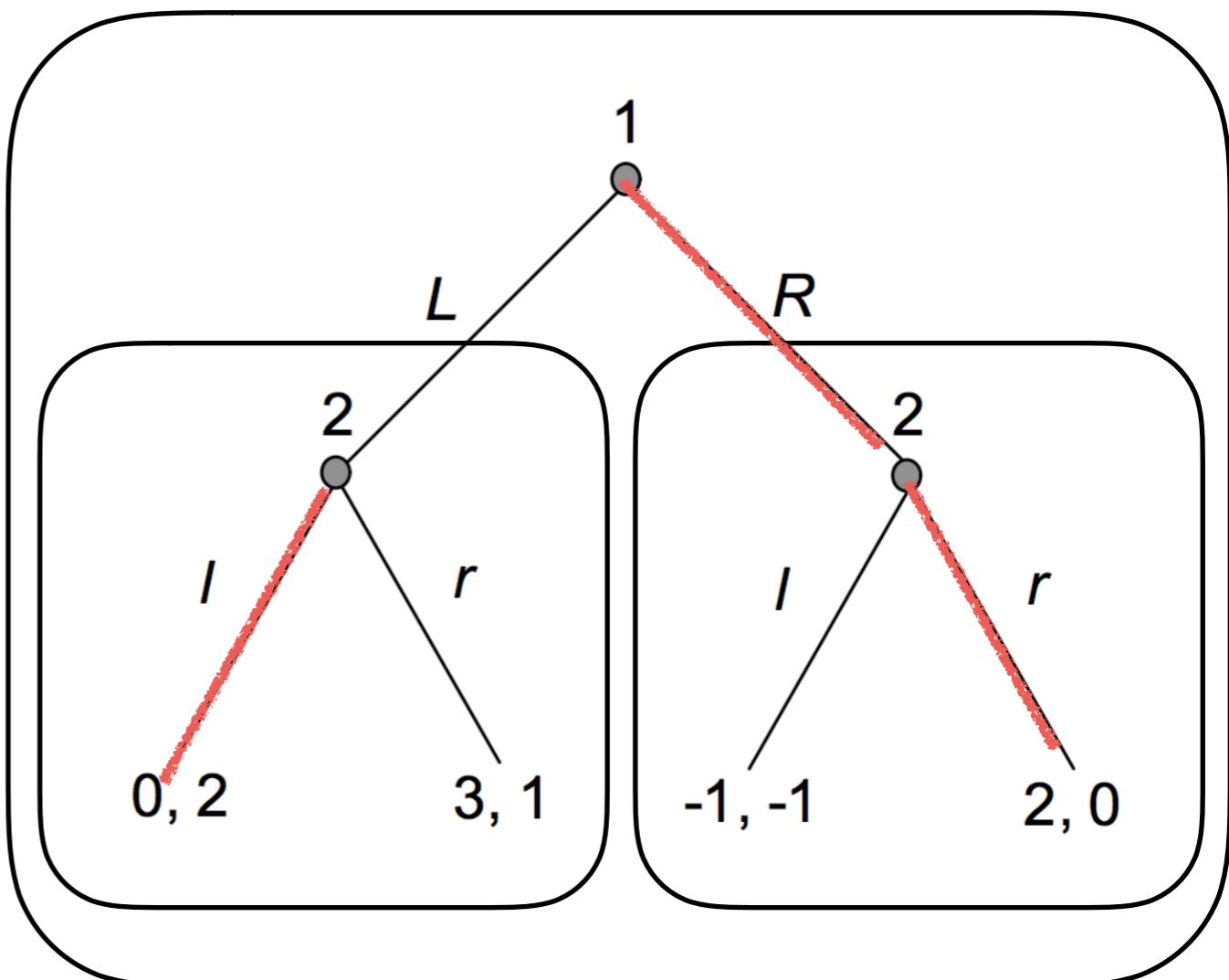
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



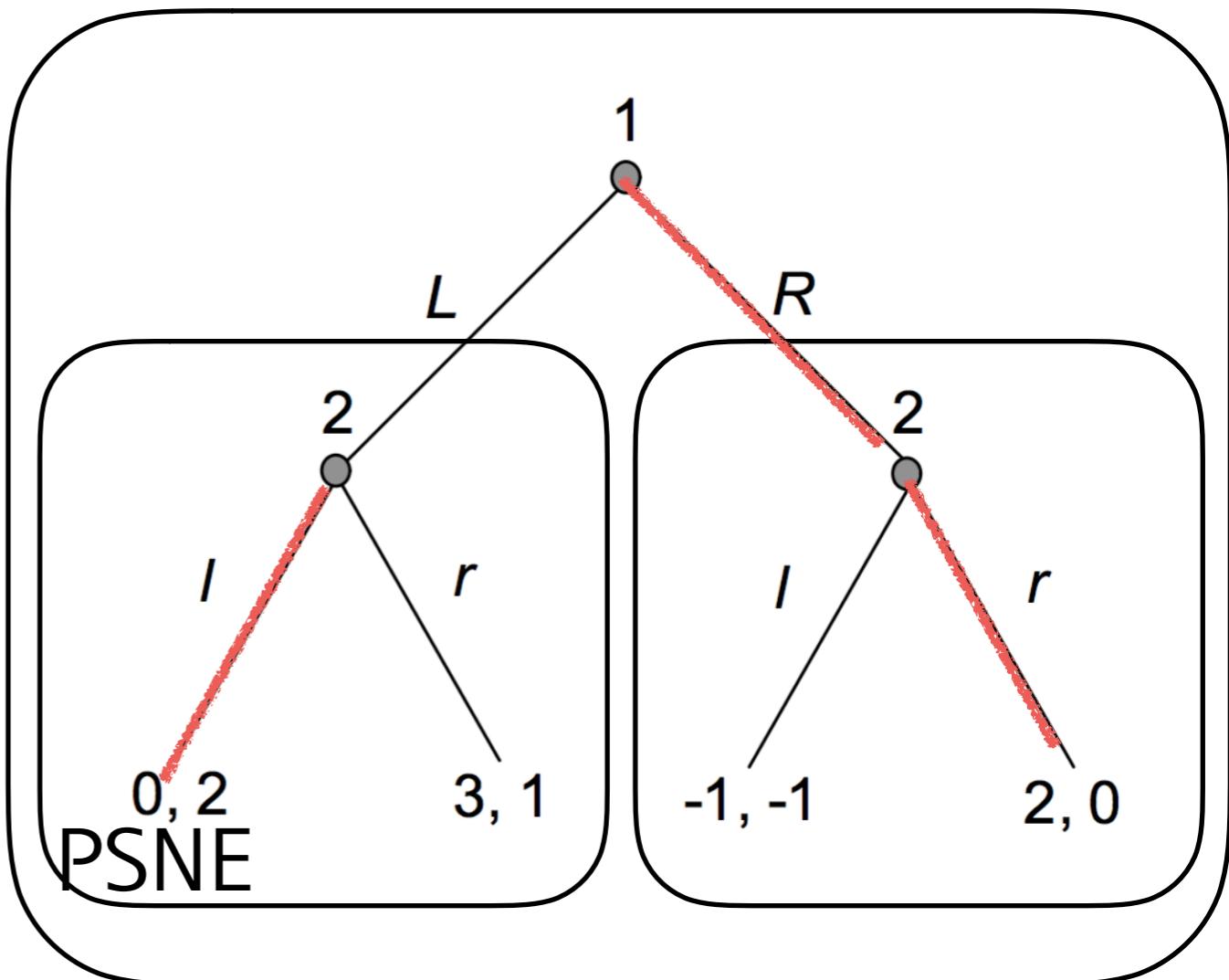
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



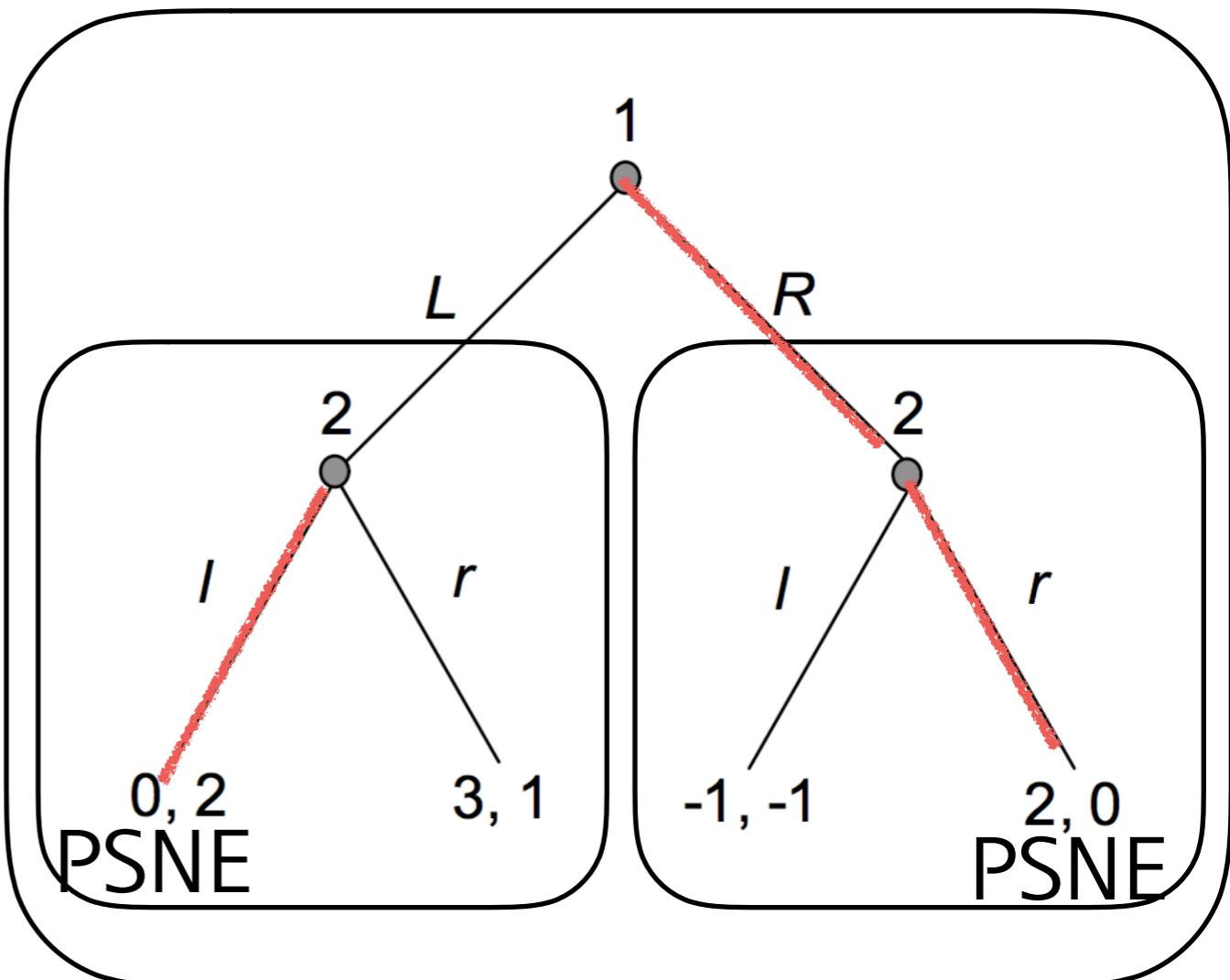
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



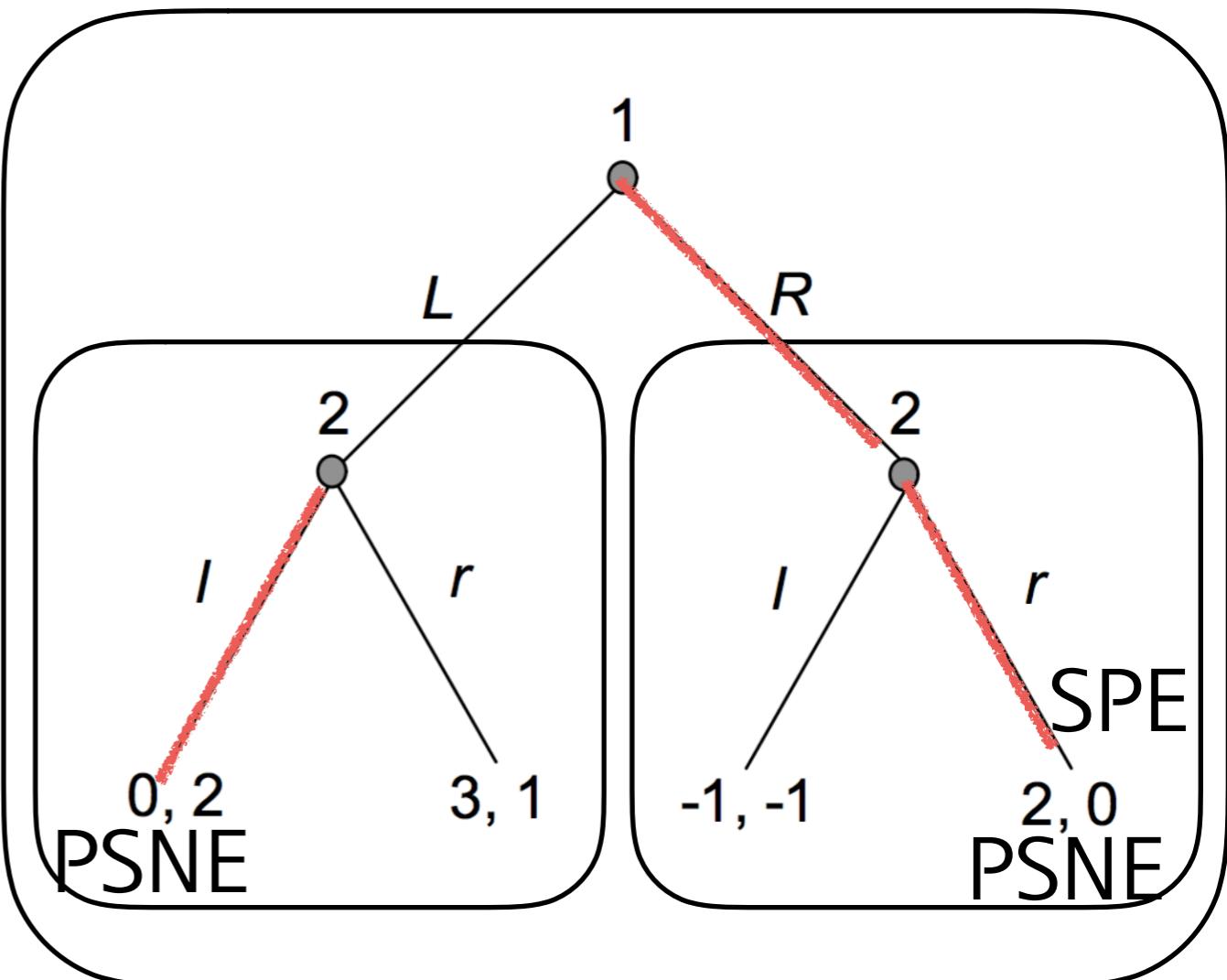
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



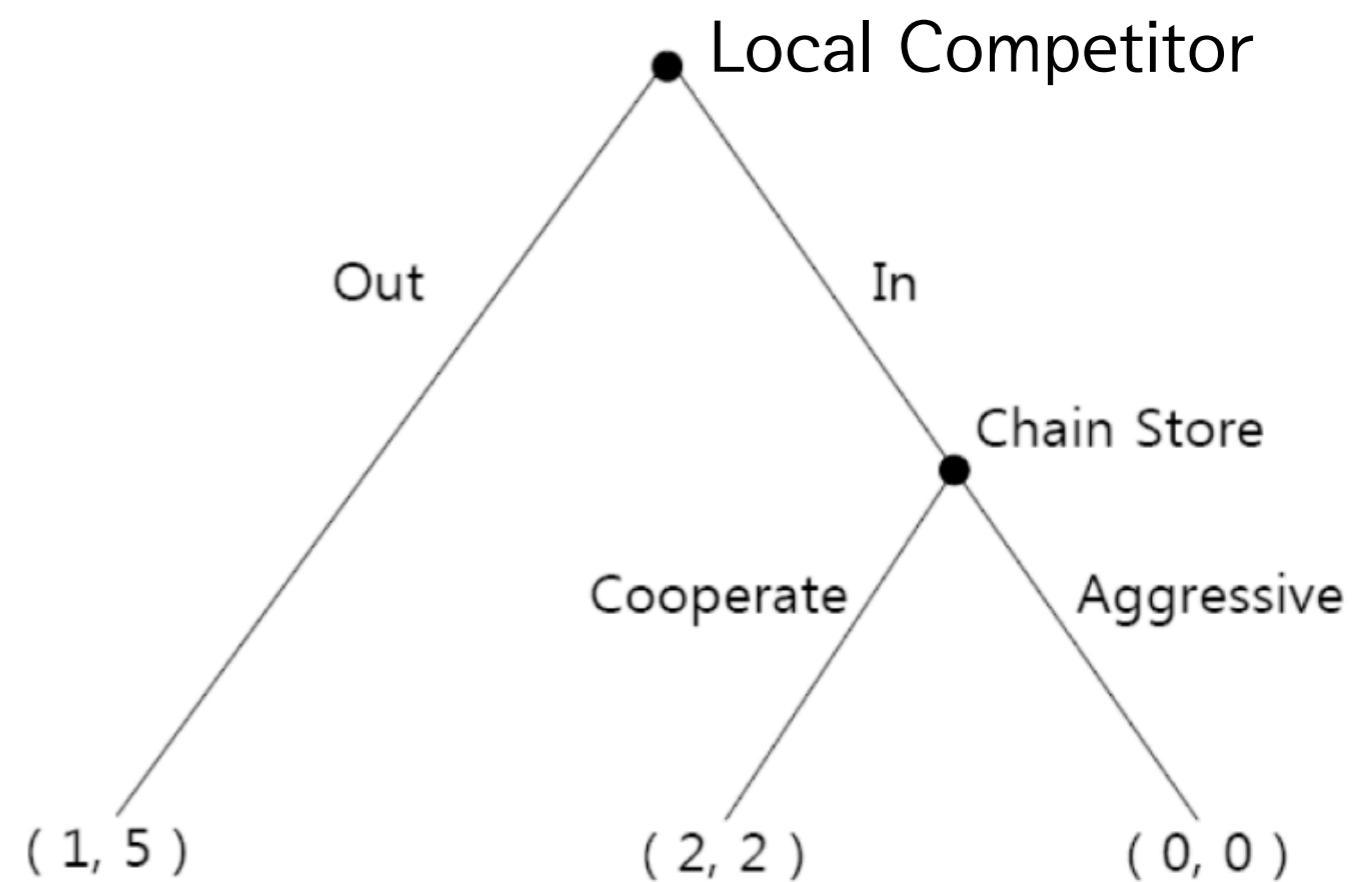
# Subgame Perfect Equilibrium (SPE)

- 원래의 게임, 그리고 그 부분 게임에서 최적화 선택을 완전히 했을 때의 균형
- SPE는 NE의 부분집합
  - 즉, SPE이면 NE이지만
  - NE가 모두 SPE인 것은 아님
- SPE는 NE refinement 의 한 가지 방법
  - NE 중 좀 더 말이 되는 것을 골라줌



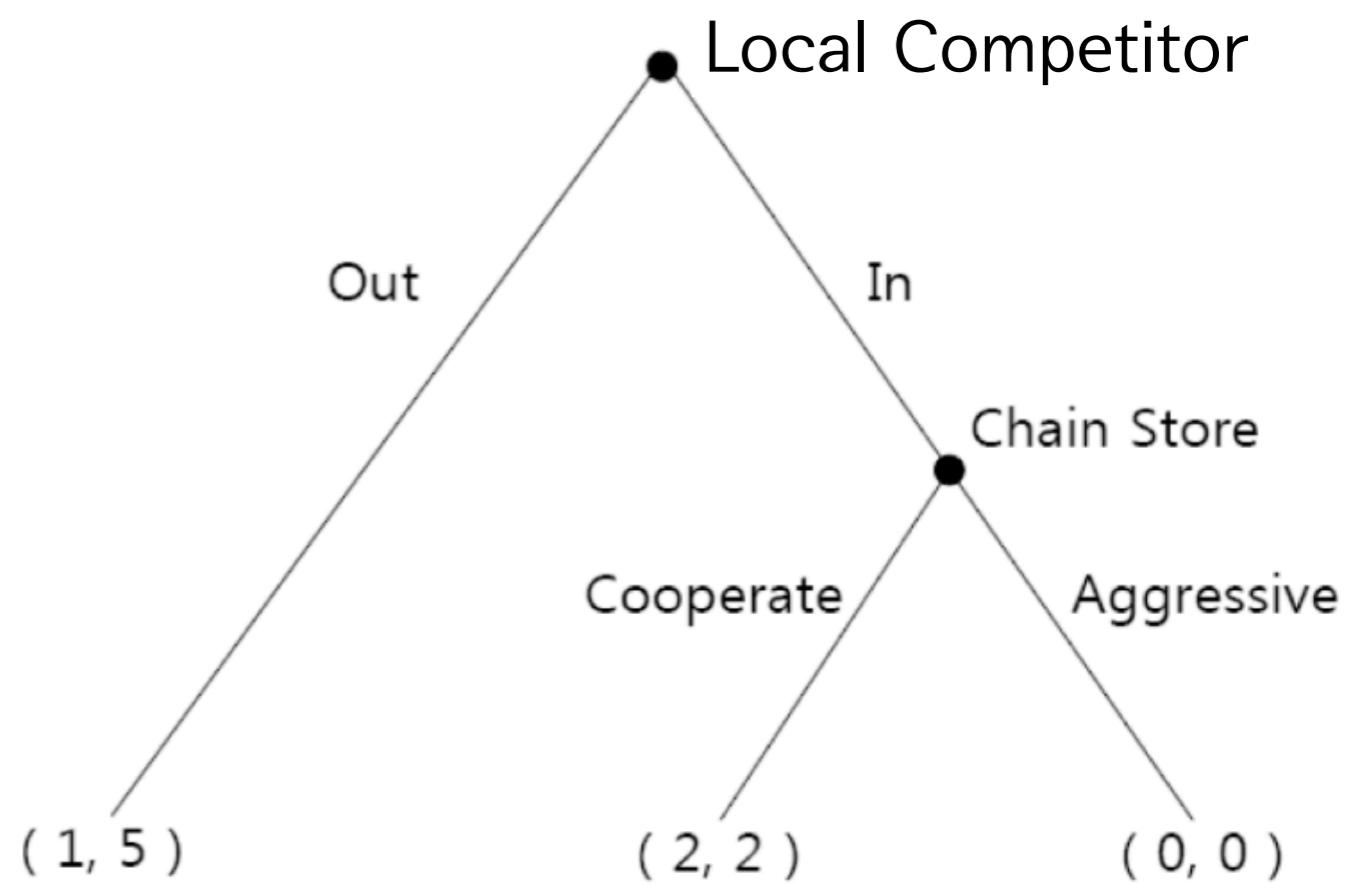
# Chain Store Game

- Chain Store(P1)가 영업중
- 신규 경쟁자 (P2: Local Competitor)가 근처에 영업을 할지 검토

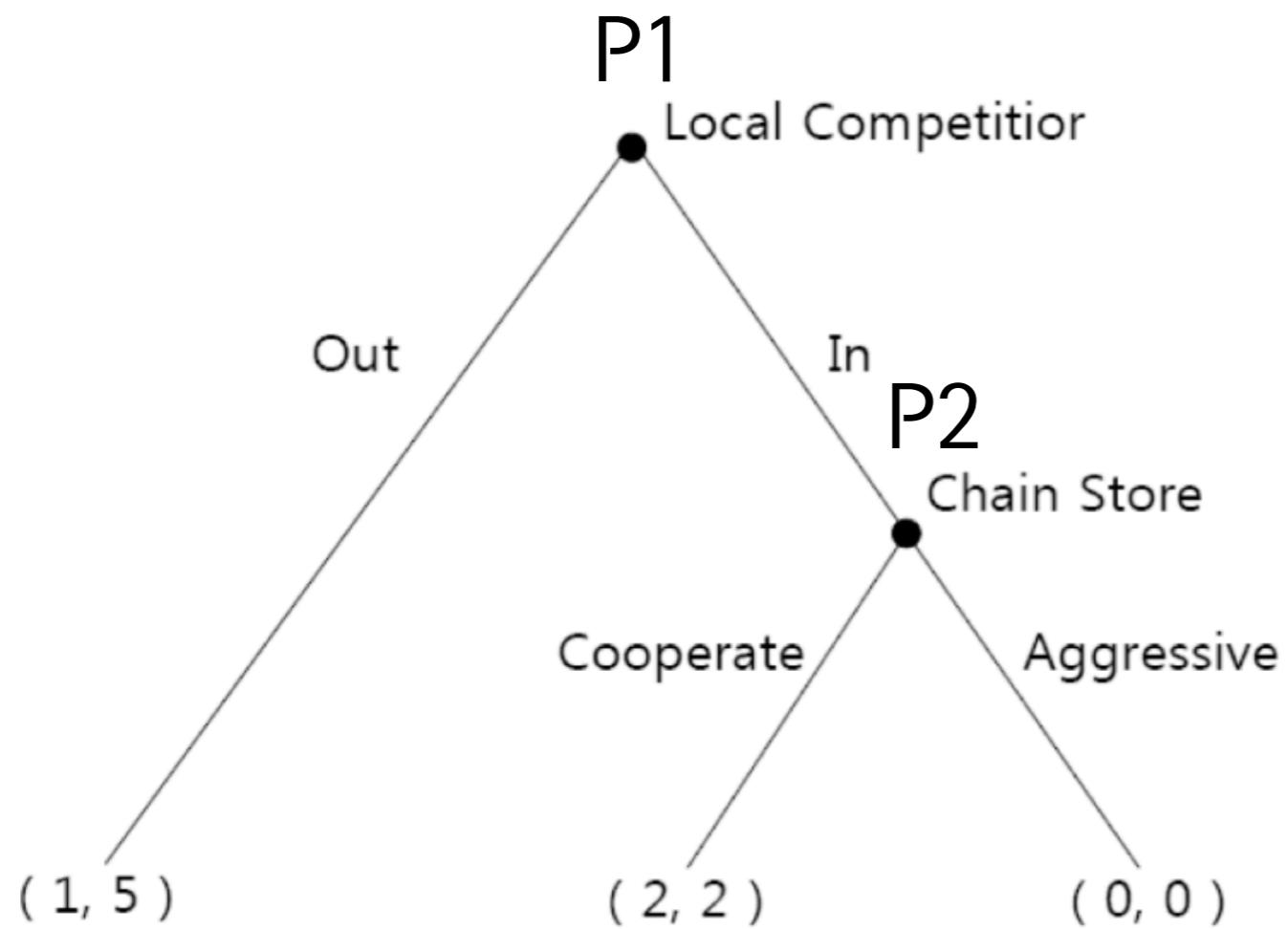


# Chain Store Game

- 옆의 게임에 SPE를 찾아보자.
- 당신이 P2(Chain Store)라면 어떻게 하겠는가?



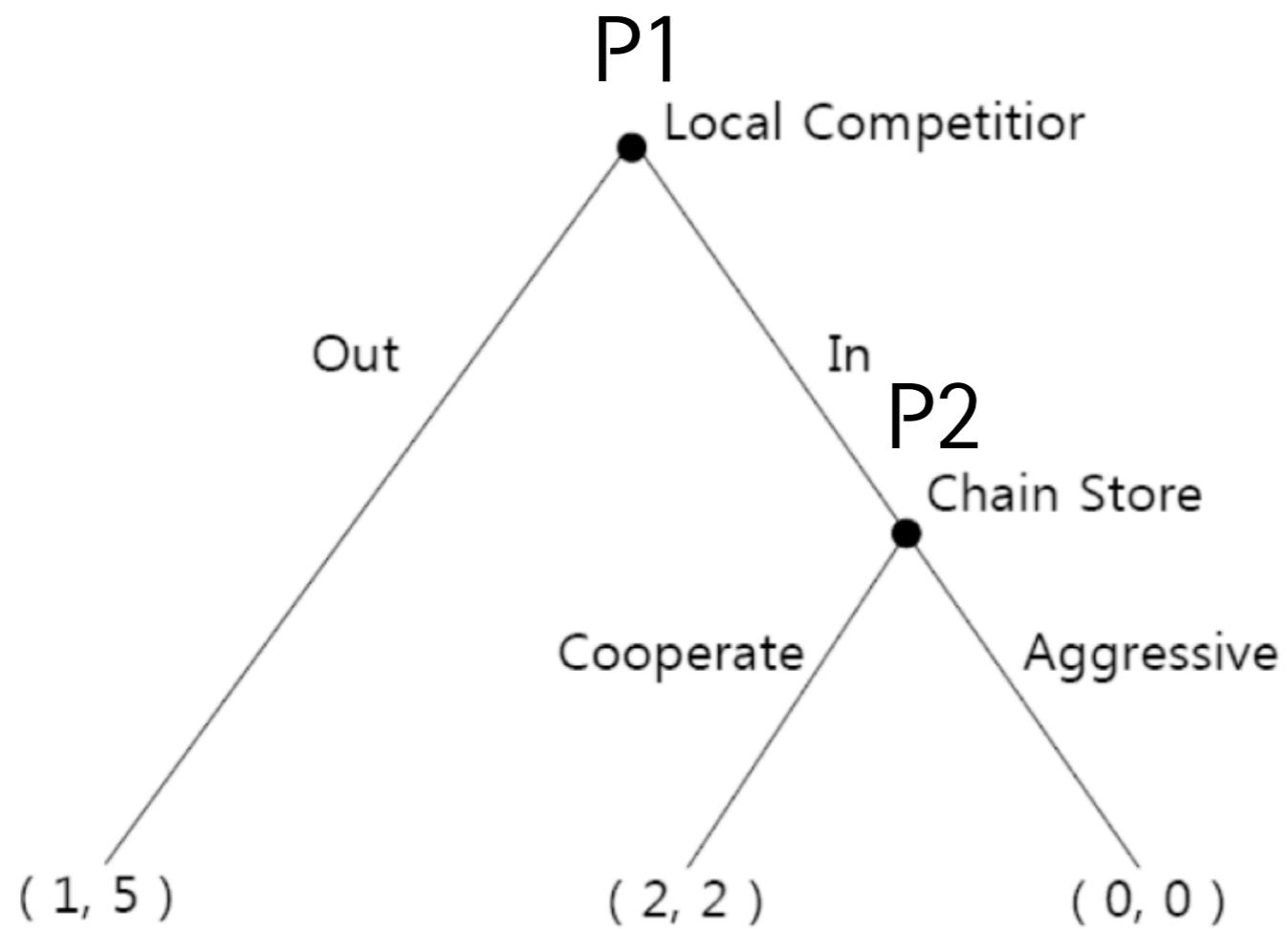
# Chain Store Game: Strategic Form



	Coo	Agg
In	2,2	0,0
Out	1,5	1,5

PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

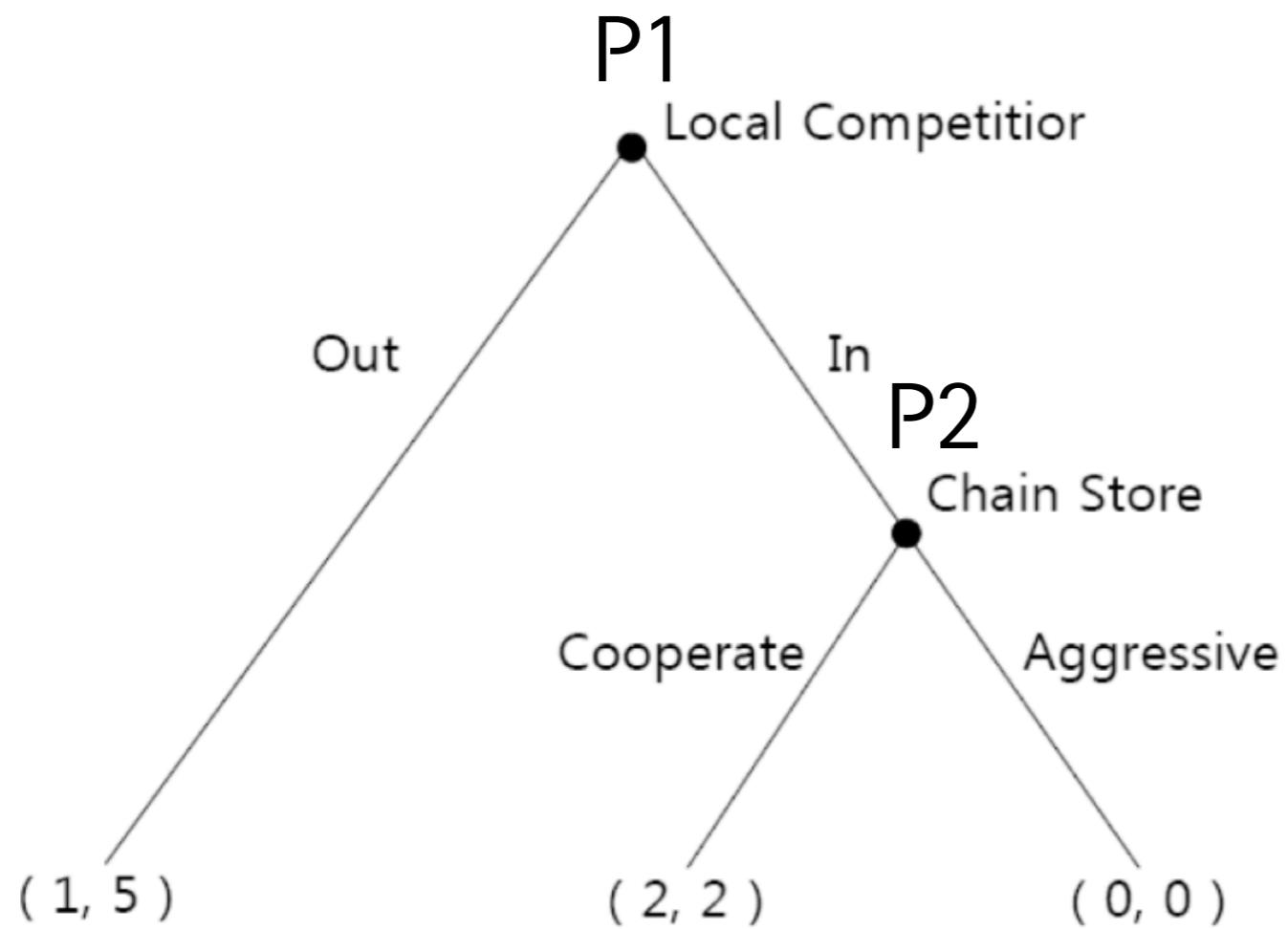
# Chain Store Game: Strategic Form



		Coo	Agg
In	2,2	0,0	
Out	1,5	1,5	

PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

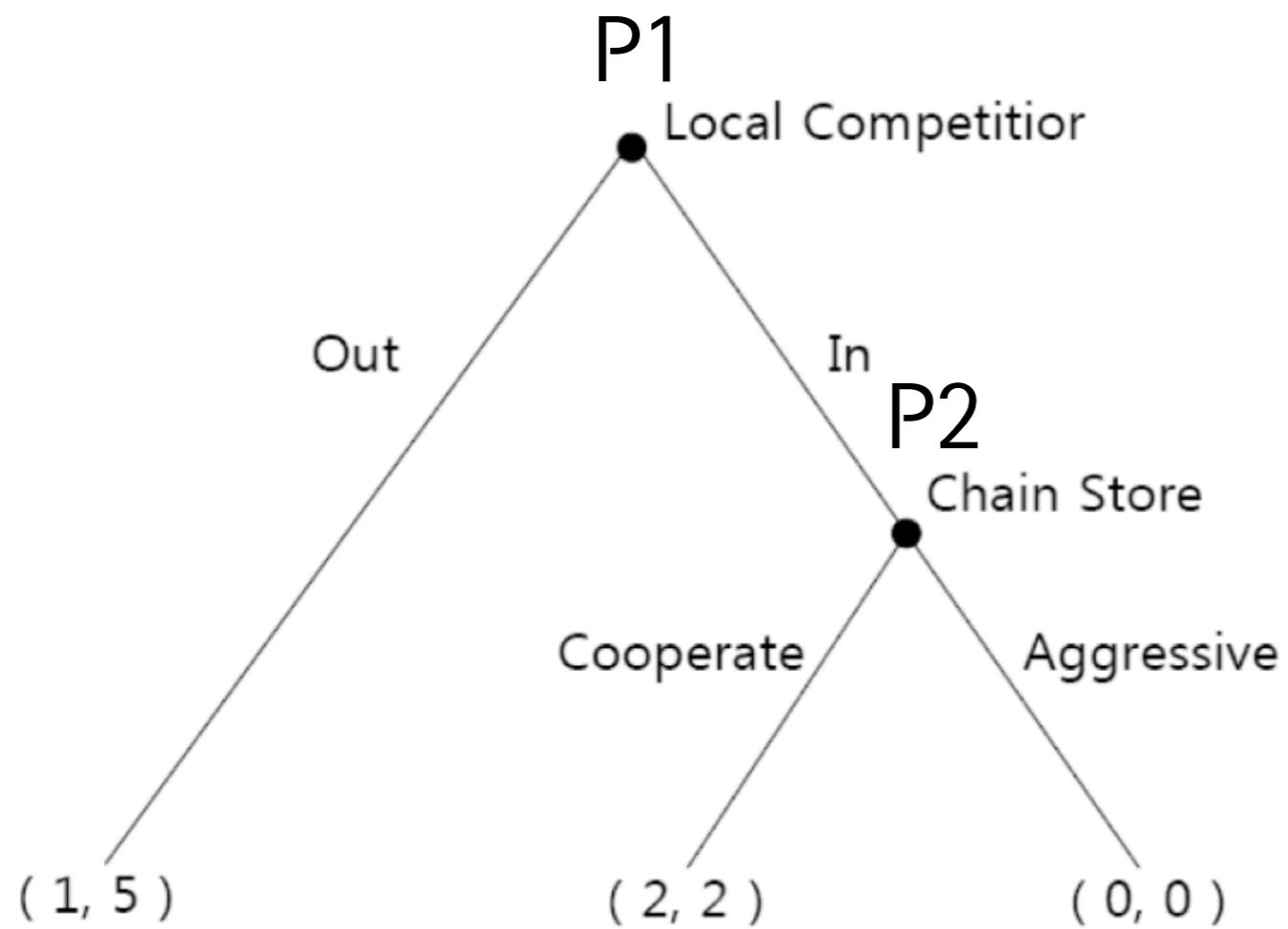
# Chain Store Game: Strategic Form



		Coo	Agg
In	2, 2	0, 0	
Out	1, 5	1, 5	

PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

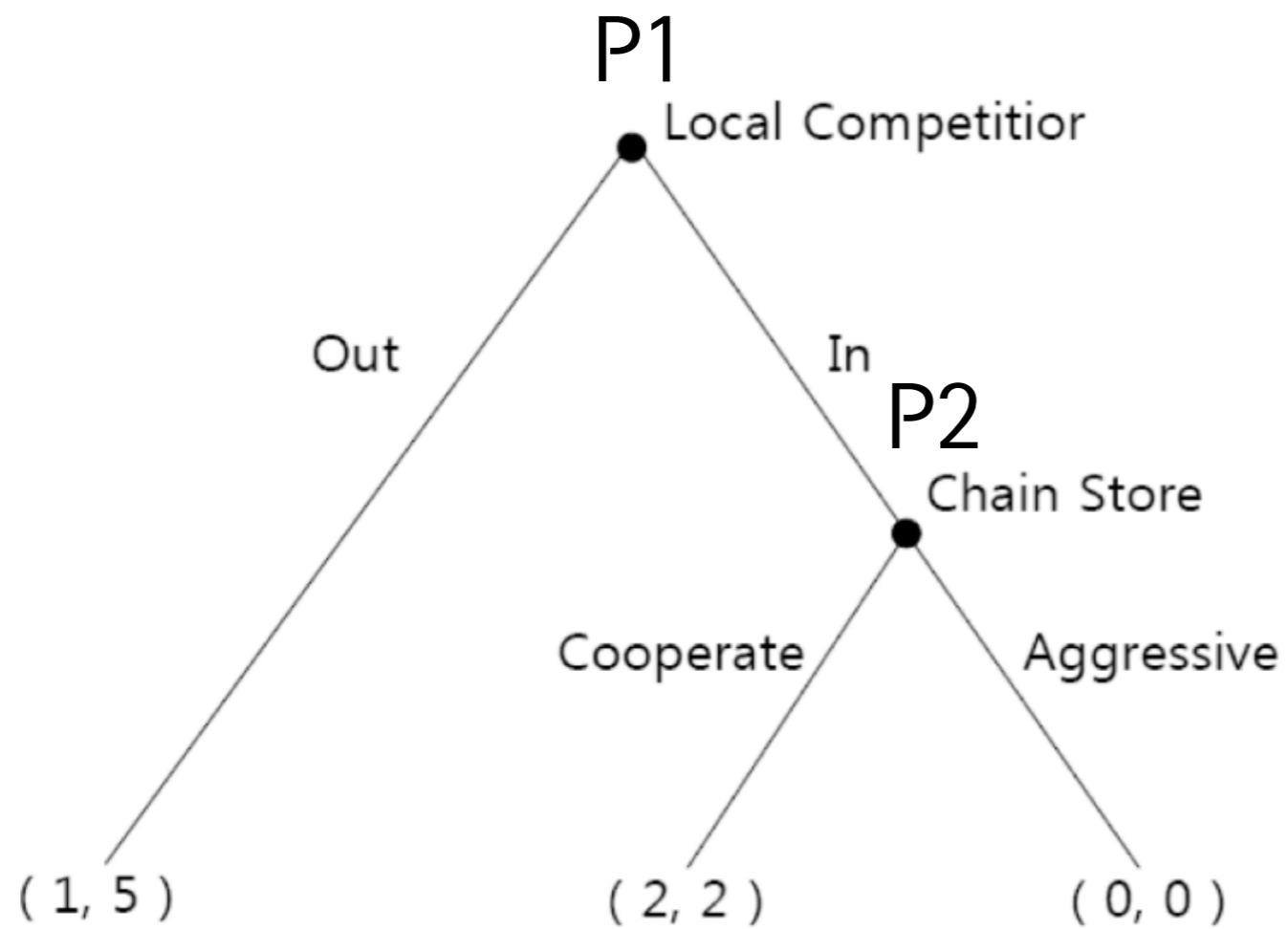
# Chain Store Game: Strategic Form



		Coo	Agg
In	2,2	0,0	
Out	1,5	1,5	

PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

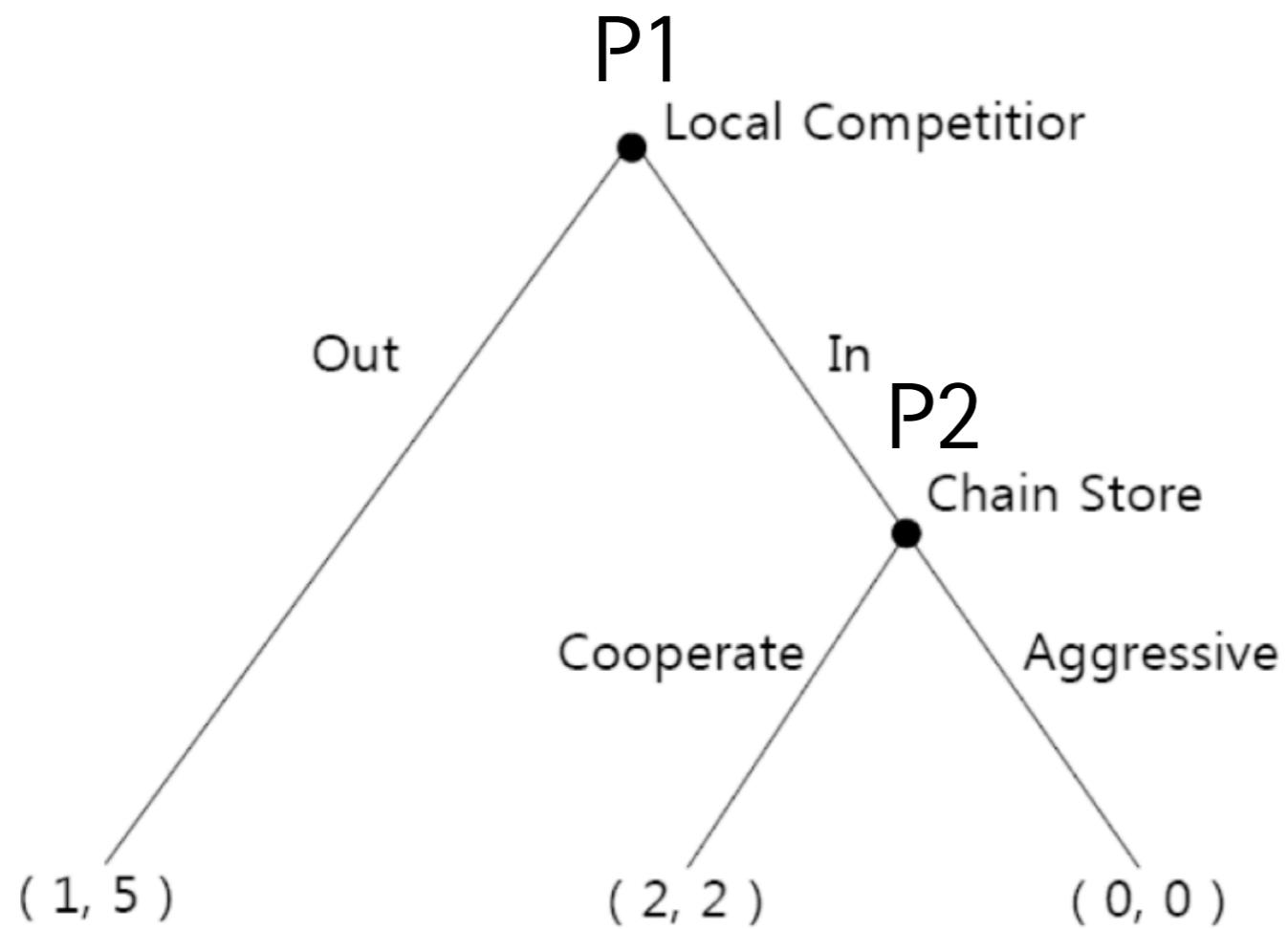
# Chain Store Game: Strategic Form



		Coo	Agg
In	2,2	0,0	
Out	1,5	1,5	

PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

# Chain Store Game: Strategic Form



	Coo	Agg
In	2,2	0,0
Out	1,5	1,5

# PSNE 를 찾아보자. 어떤 의미가 있을까?

# Credible Threat, or Commitment

- PSNE이지만 SPE는 아닌 [Out, Agresive] 균형의 의미
  - 들어오기만 해봐, 무조건 Agresive야!
  - [ L, LIRR ] 균형도 마찬가지.
  - 이 협박을 신빙성있는 것으로 받아들일 경우 Out이 합리적
- 하지만 게임이론의 측면에서 보았을 때 [In, Cooperative] 균형만큼 설득력이 있을까?
  - Time Inconsistency

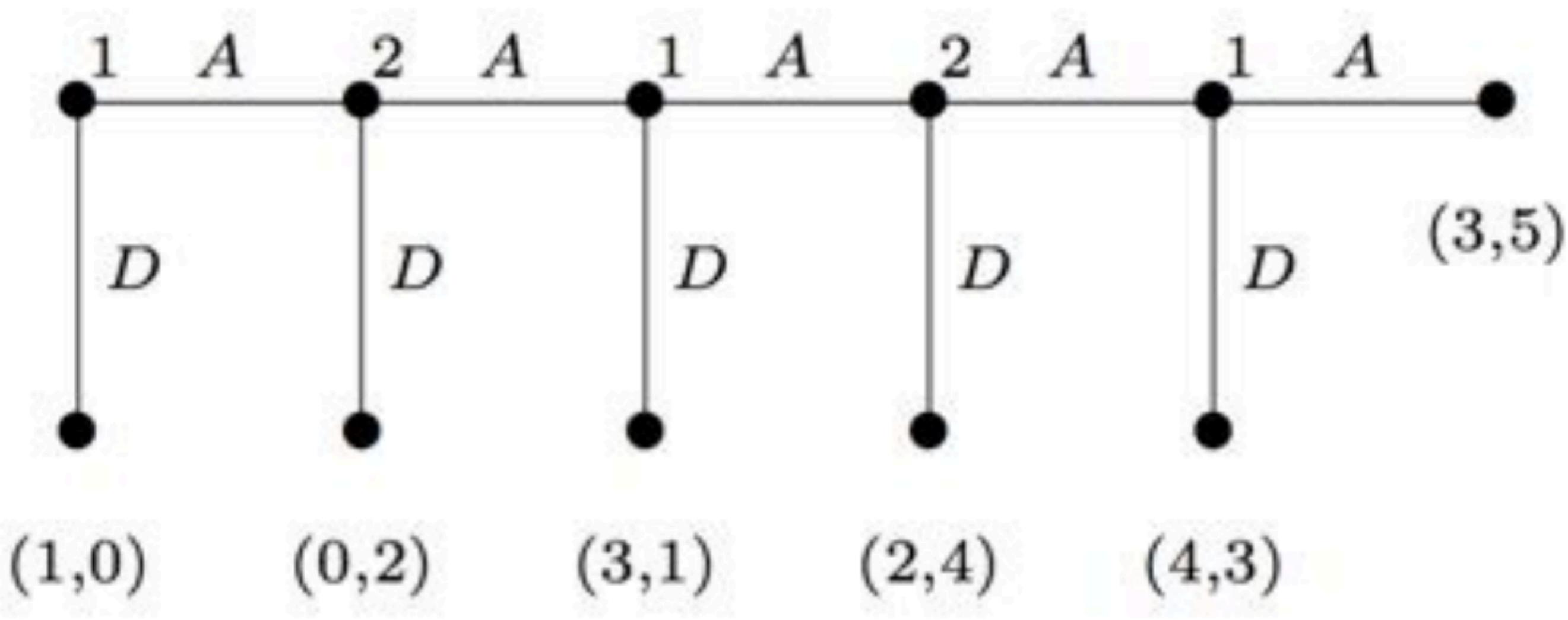


# 협박을 믿을 수 있게 만들기

- 희생없는 협박은 상대에게 위협이 되지 않는다.
  - 정치인들의 공약 및 선언
  - 미리 상당한 비용을 지불 해버리기
  - 배수의 진

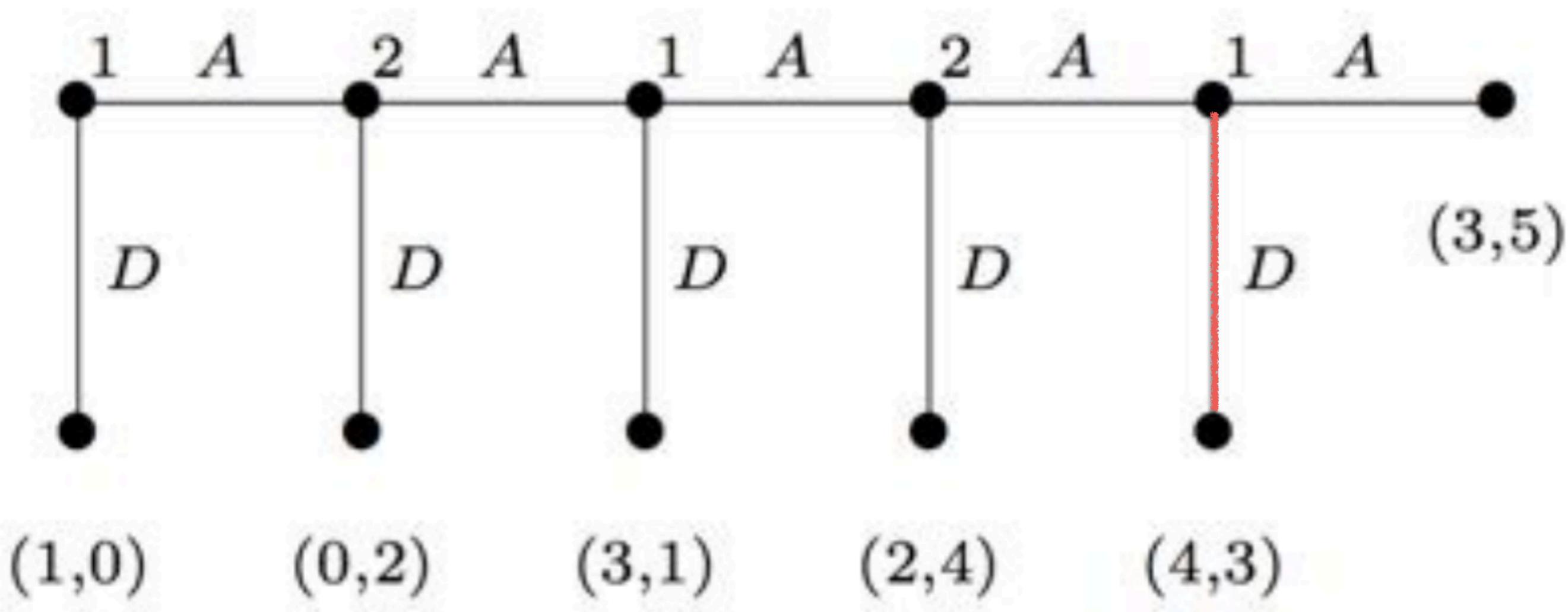


# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



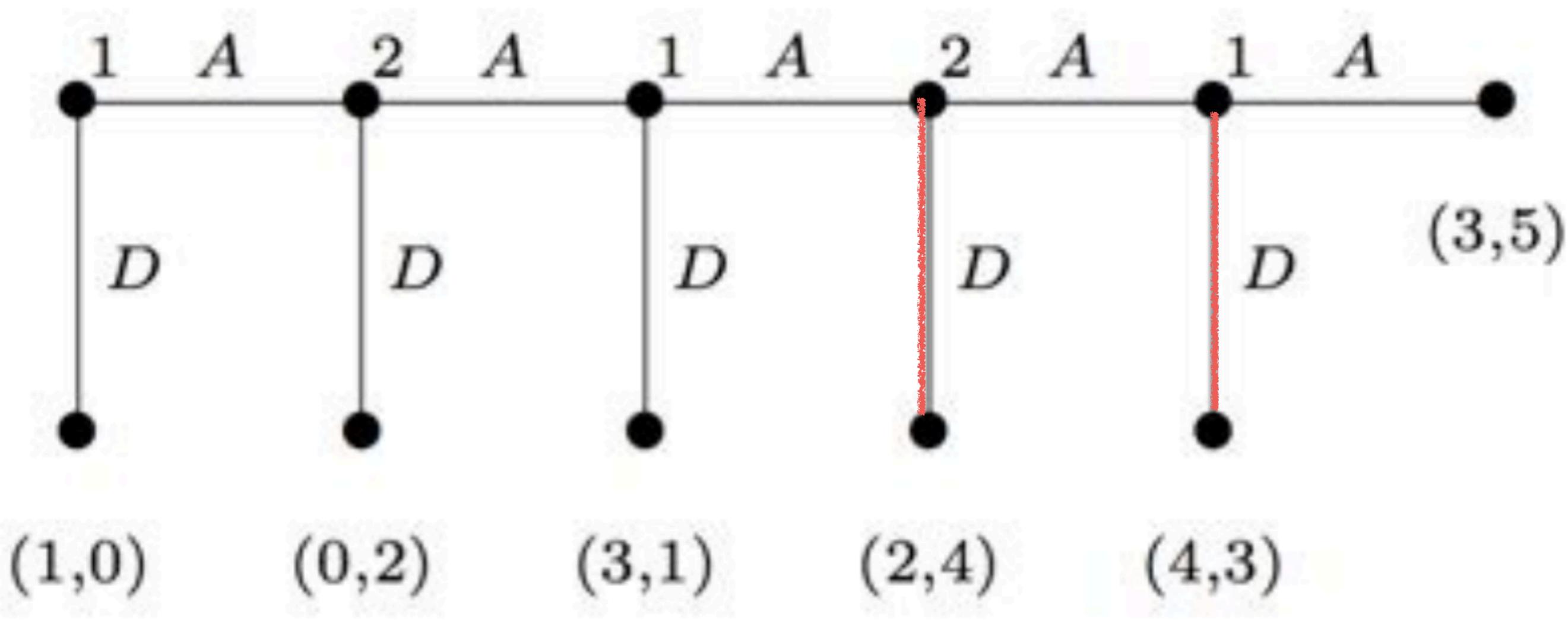
역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



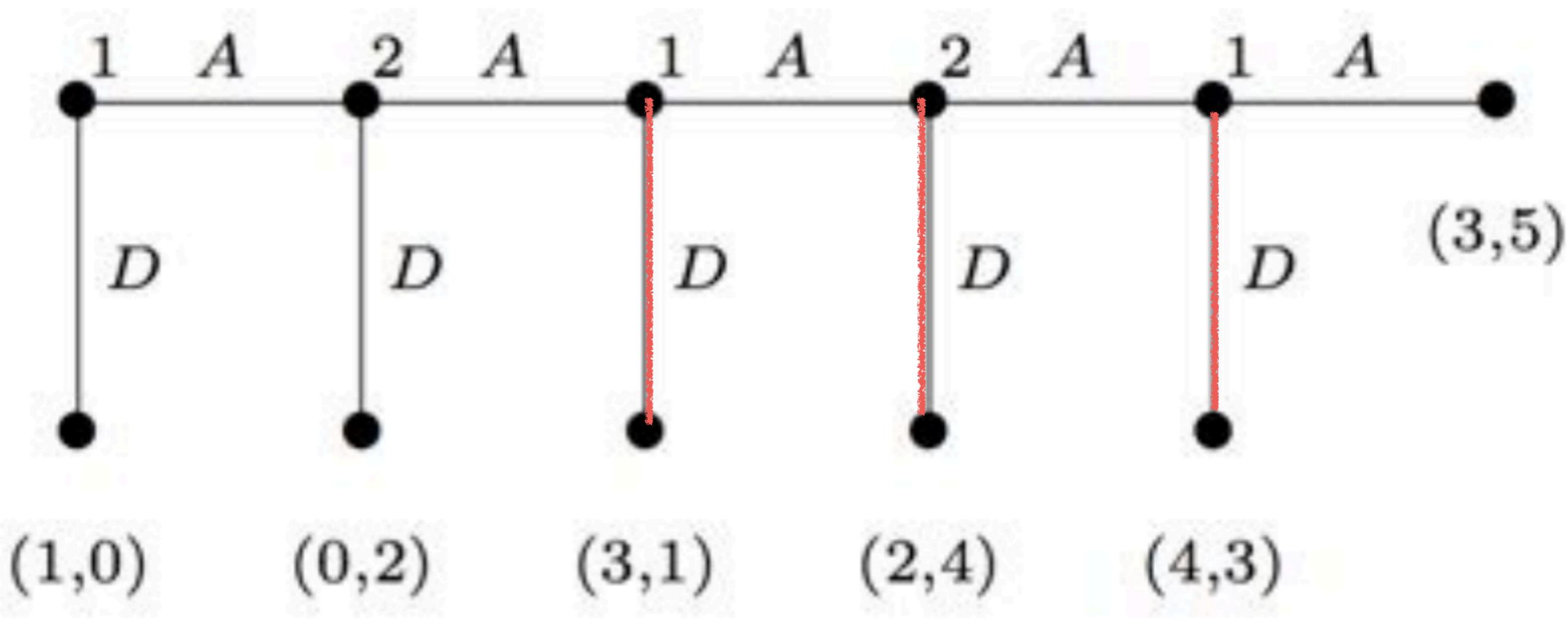
역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



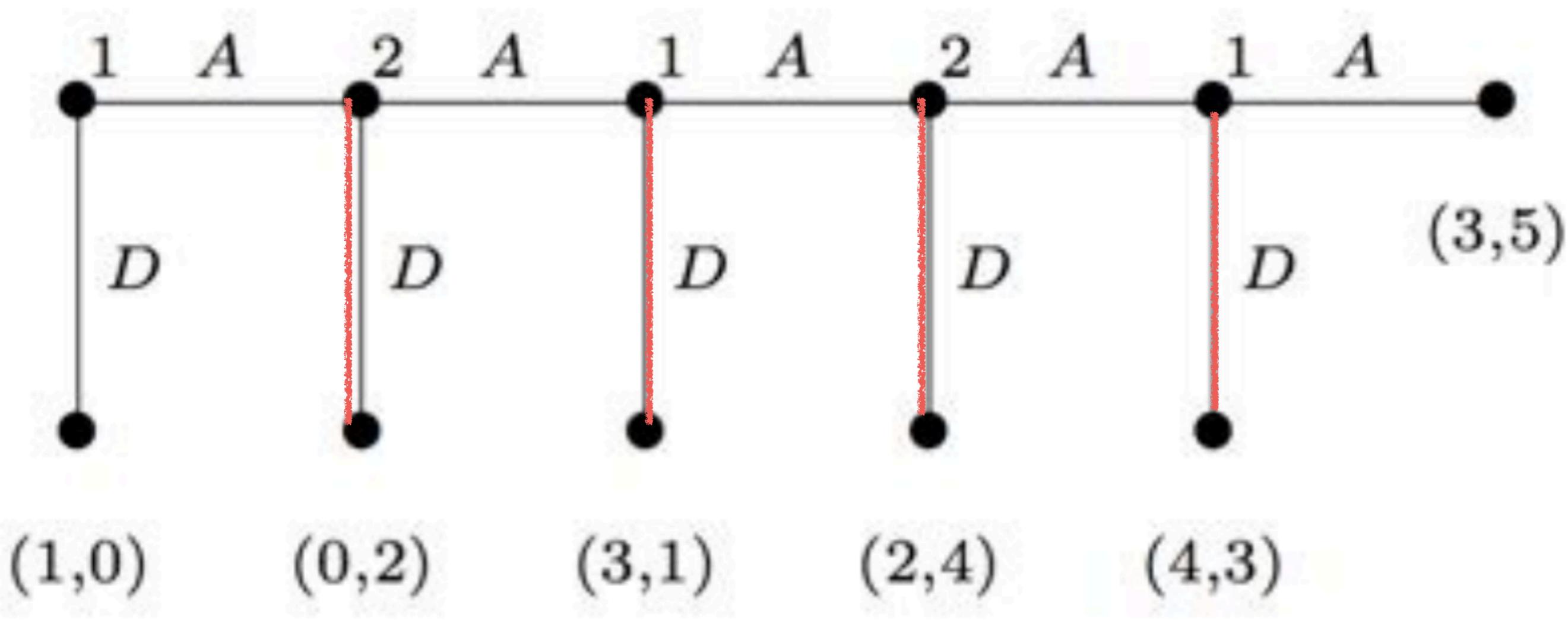
역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



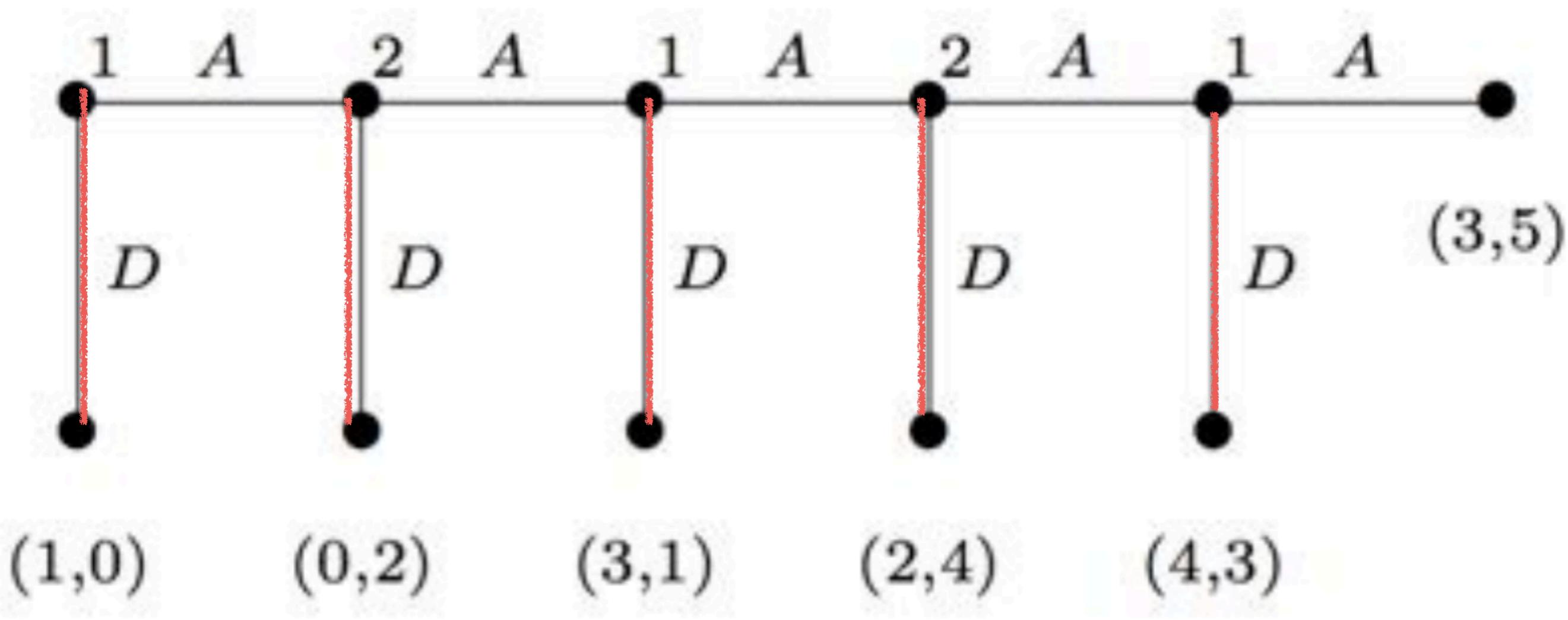
역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

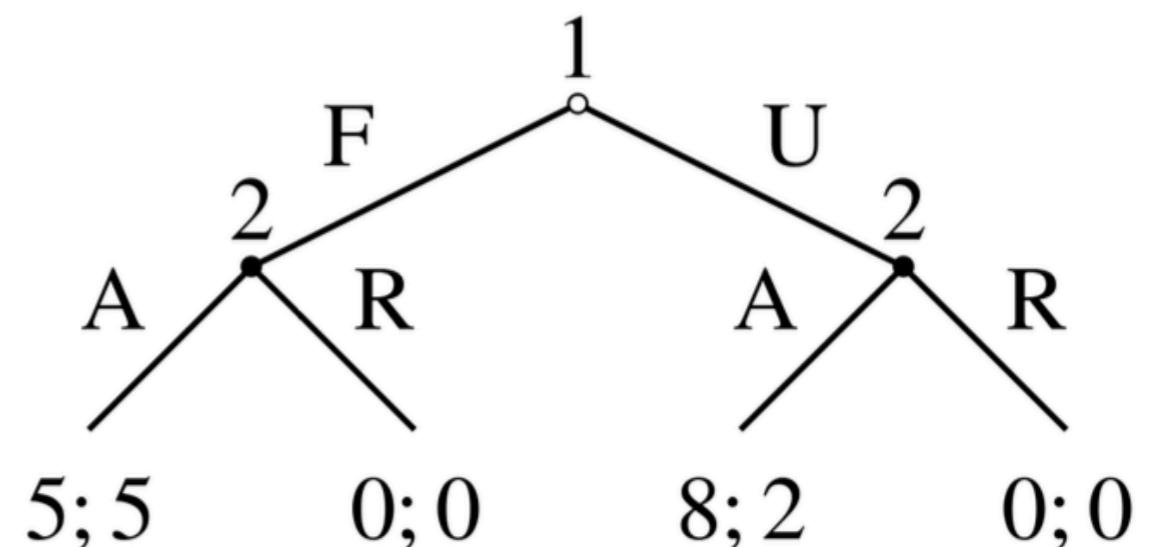
# Paradox of Backward Induction (BI) (1)



역진귀납에 따르면 이 게임의 균형은? 이 균형은 합리적인가?

# Paradox of BI (2)

- 최후통첩게임의 축약버전
- 이 균형은 당신의 ‘감성’에 호소하는가?



# 최후통첩게임

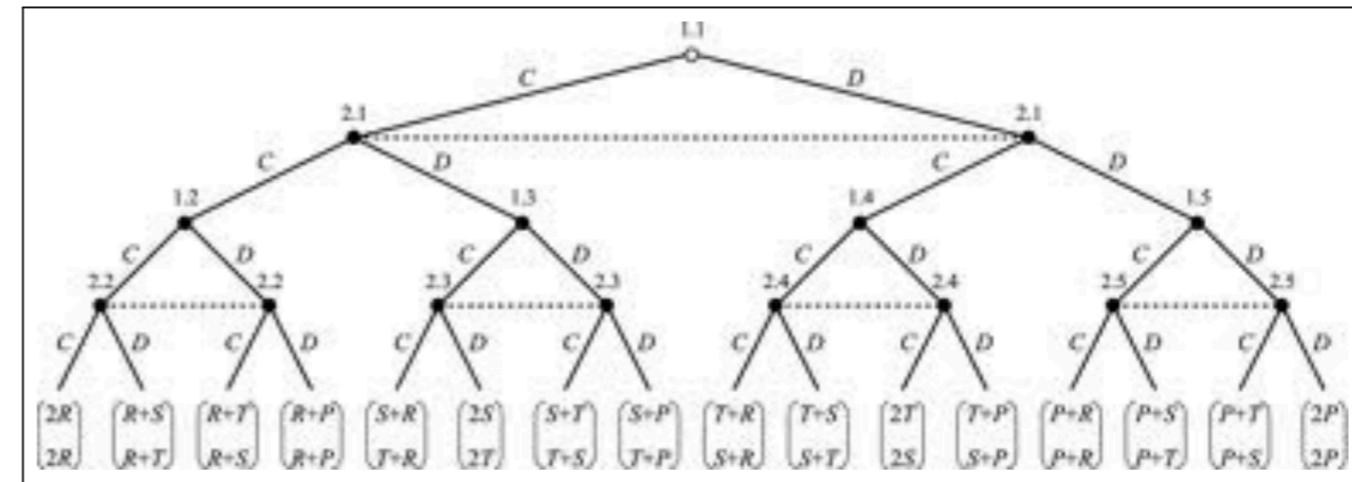
# Ultimatum Game

- 왜 이론적 예측과 실제 선택이 다르게 나타날까?
  - Rationality 의 부족
  - 금전적 손해를 넘어서는 심리적 보상
  - Inequality Aversion
  - ...

# 반복게임

# Repeated Game (RG)

- 게임을 여러 번 시행하는 것
- 통상적으로 반복게임 그 자체도 하나의 게임임
- RG의 경우의 수는 너무나 많아 균형 등을 찾기가 어려움
- 반복 횟수에 따라
  - 반복 횟수가 정해져 있는 경우: 유한 반복 게임
    - Backward Induction (BI) 가능
  - 끝없이 반복할 경우: 무한 반복 게임



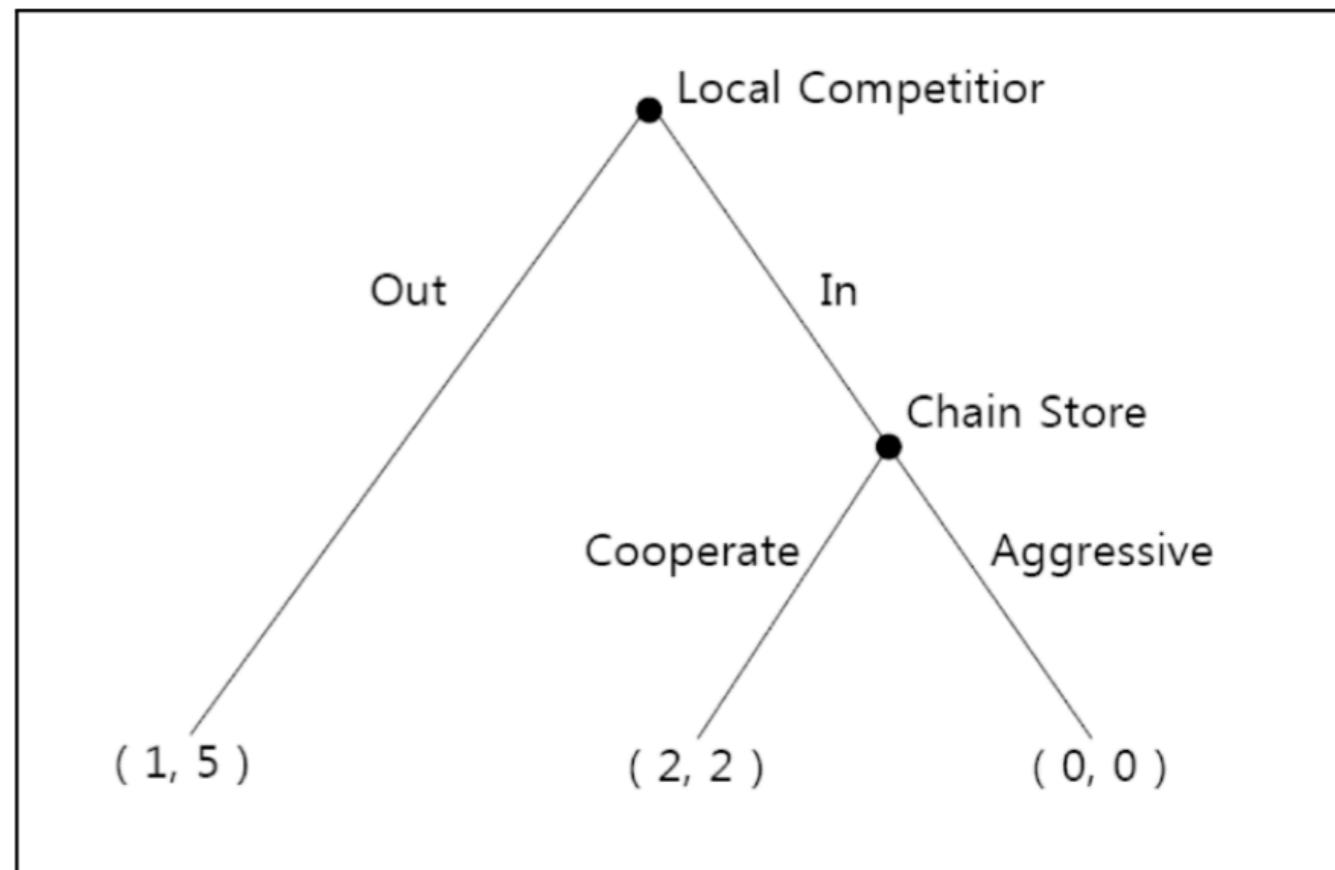
# 실습: Finitely Repeated Prisoners' Dilemma (FRPD)

- 임의로 짹지워지는 파트너와 PD 게임을 10회 실시해보자
- [http://evokhu.herokuapp.com/room/ECON151\\_2018f/](http://evokhu.herokuapp.com/room/ECON151_2018f/)

	2:C	2:D
1:C	30,30	10,40
1:D	40,10	20,20

# Chain-store Game in Finitely Repeated Game

- 20번에 걸쳐서 순차적으로 이 게임을 한다고 생각해보자. 즉, 1명의 현재 독점자와 20명의 순차적 경쟁자
- BI에 따른 균형은?
- 하지만, chainstore는 협박을 통해 이윤을 늘릴 수 있다! 아마도 BI에 필요한 가정에 문제가 있는 것은 아닐까?



# 현실에서의 반복게임

# 과점, 담합

- 현실에서 찾을 수 있는 가장 좋은 사례?
- 삼성과 엘지, 진로와 하이트, SKT와 KT, LGT
- 이들은 경쟁관계이면서 협력 관계
- 기업 간 “짬짜미”는 반복 게임의 좋은 사례



# 마약거래

- 덩어리가 너무 커서 배신에 따른 타격이 크다면? (risk)
  - 밀가루일 가능성. 불법이라 신고할 수도 없고..
- 이 거래들을 여러 단계로 쪼개서, 전번 거래의 정보를 이번 거래에 활용한다.
- 왜 마약거래는 대부분 자잘하게 이뤄지는가?



# 큰가시고기의 협력 (Milinski)

- 큰가시고기(stickleback fish)의 협력?
- 포식자가 나타났을 때 이를 알아보기 위한 정찰이 필요
- 포식자에 대한 접근을 반복 게임으로 나타낼 수 있다.
- Milinski는 이 점에 착안하여 큰가시고기의 협력 실험을 고안



# Next Topics

- 과점과 독점적 경쟁

# 수고하셨습니다!



# 수고하셨습니다!

