게임이론 (3)

게임이론, 진화, 그리고 협력

조남운

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

주제

- 전개형 게임, Part II
- 반복게임

전개형 게임 Part II

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

정보집합
Information Set

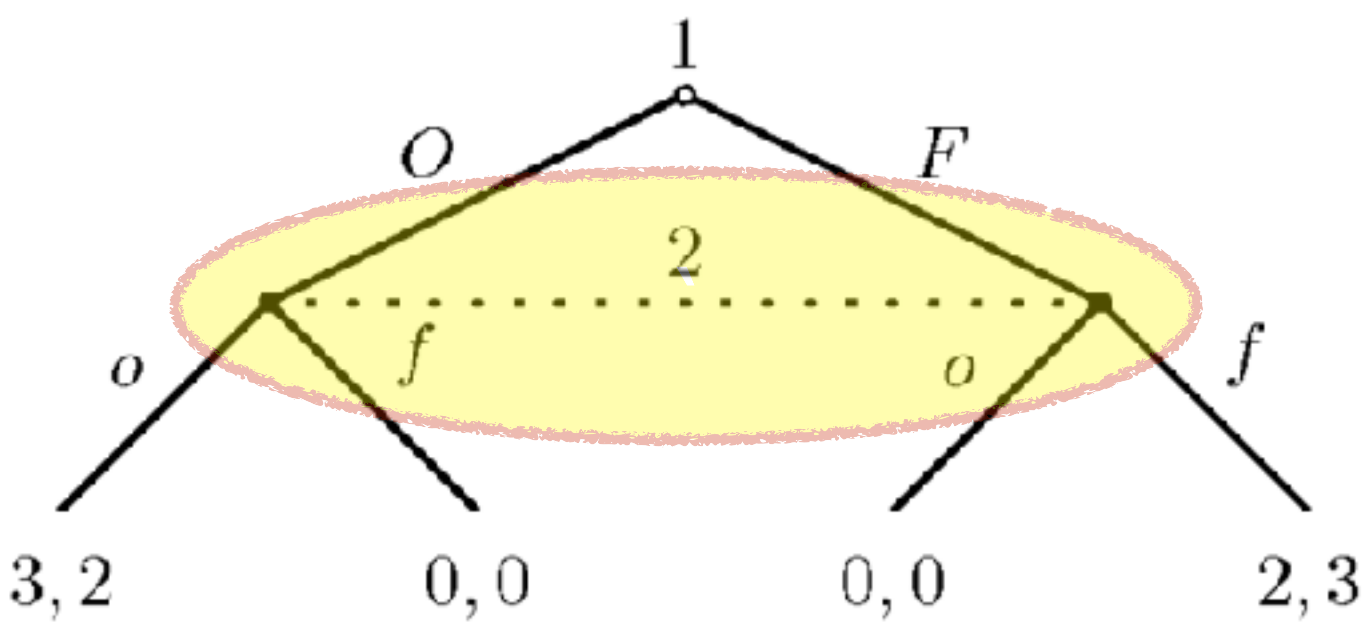
- 전개형 게임에서 정보집합은 다음을 의미
  - 노드의 플레이어가 같을 것
  - 이 집합에 속해 있는 노드가 2개 이상일 경우 플레이어는 자신이 그 집합에 속한 노드들 중 어느 노드에 있는지 알지 못하고 있음

성대결게임과 정보집합

- P1은 Opera 선호
- P2는 Football 선호
- 둘은 따로 놀기보다 덜 선호하는 일정을 잡더라도 함께 지내는 쪽을 선호
- P1이 먼저 F, O 중 하나를 선택했다고 하자
  - P2가 P1의 선택을 아는 경우: 동시게임과 다른 게임이 됨
  - P2가 P1의 선택을 모르는 경우: 동시게임과 동등(equivalent)

	Football	Opera
Football	2,3	0,0
Opera	0,0	3,2

Extensive Form



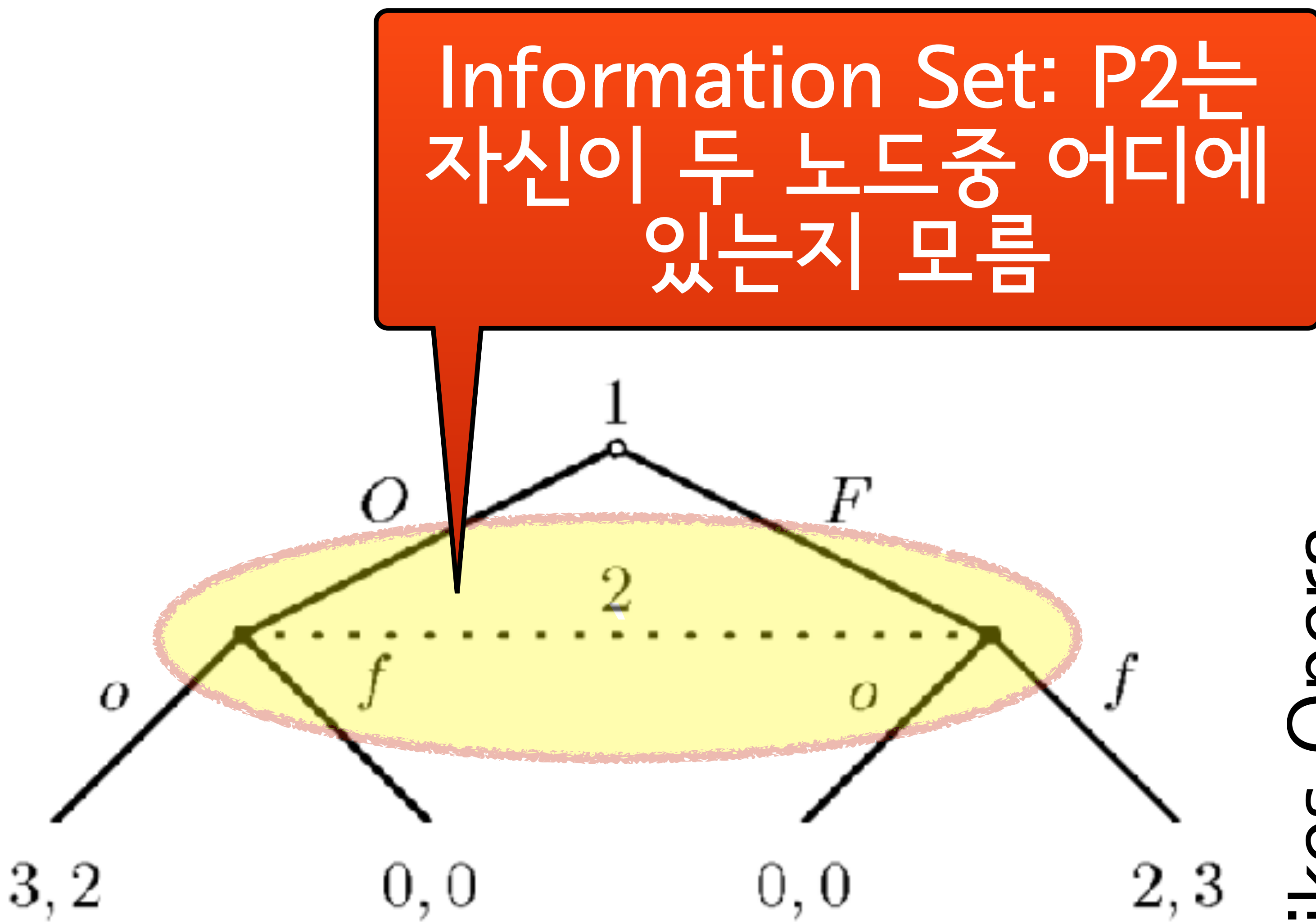
P2 likes Football

P1 likes Opera

	Football (f)	Opera (o)
Football (F)	2,3	0,0
Opera (O)	0,0	3,2

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

Extensive Form



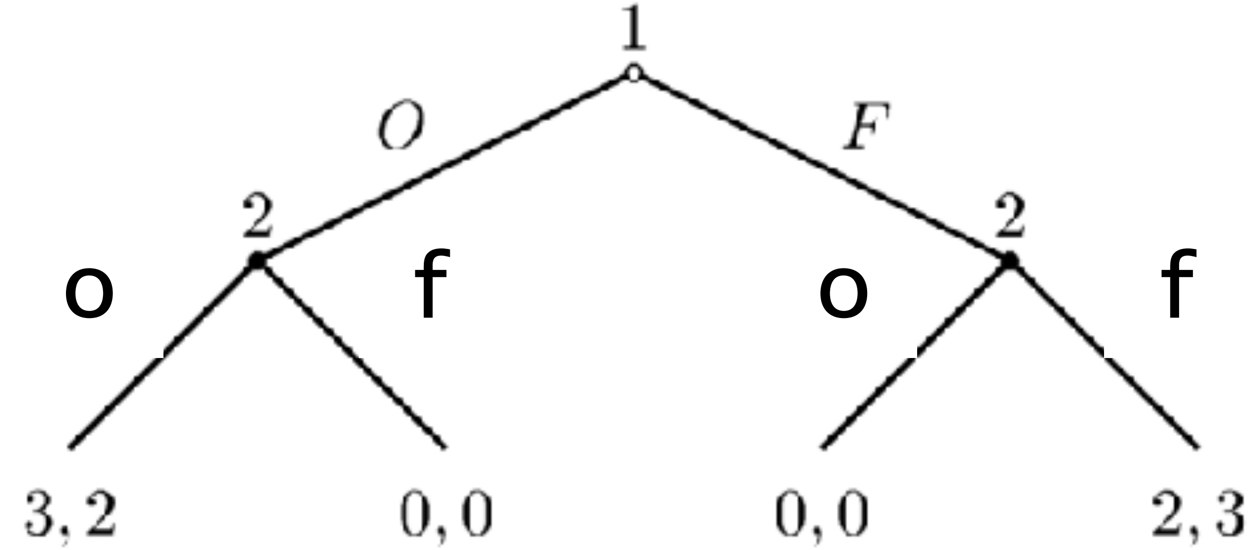
P2 likes Football

P1 likes Opera

	Football (f)	Opera (o)
Football (F)	2,3	0,0
Opera (O)	0,0	3,2

자신이 어디에 있는지 알 경우

- P2가 어느 노드에 있는지 알기 위해서는:
  - P1이 먼저 행동을 결정해야 한다
  - P2는 P1이 어떤 결정을 했는지 알아야 한다.
- 예전에 했던 전략적 최후통첩게임을 생각해보자.



Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

전략적 최후통첩게임 (응답자)

- 내가 상대의 구사전략을 알고 있는 상태를 보수함수에 도입하기 위해서는 좀 더 복잡한 생각이 필요
- 상대가 300을 제안했다 행동을 했음을 알고 있는 상태에서 내가 [수락 혹은 거부] 하는 것과 600을 제안함을 알고 있는 상태에서 [수락 혹은 거부]를 하는 것은 다른 것
- 따라서 상대의 모든 행동(action)에 대해 자신의 행동 여부를 모두 분리해야 함.

당신의 역할과 결정

당신은 **응답자** 입니다.

제안자는 당신에게 1000 points를 어떻게 분배할 것인지 제안할 것입니다.

상대의 가능한 모든 제안들에 대해 자신이 취할 행동을 골라보세요.

당신은 0 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

당신은 100 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

당신은 200 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

당신은 300 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

당신은 400 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

당신은 500 ECU를 제안받으면 수용하겠습니까?

◯ 예 ◯ 아니오

상대 행동을 아는 상황에서 내 행동의 경우의 수

- [상대의 행동 종류수] × [나의 행동 종류수]
  - 예1: 가위바위보 게임 (상대가 먼저 내는 경우) ⇒ 3×3=9
  - 예2: 성대결게임 (상대가 먼저 제안하는 경우) ⇒ 2×2=4
  - 앞의 최후통첩게임에서는 11×2=22
- 이 모든 경우에 대해 식별할 수 있는 이름을 붙여야 함

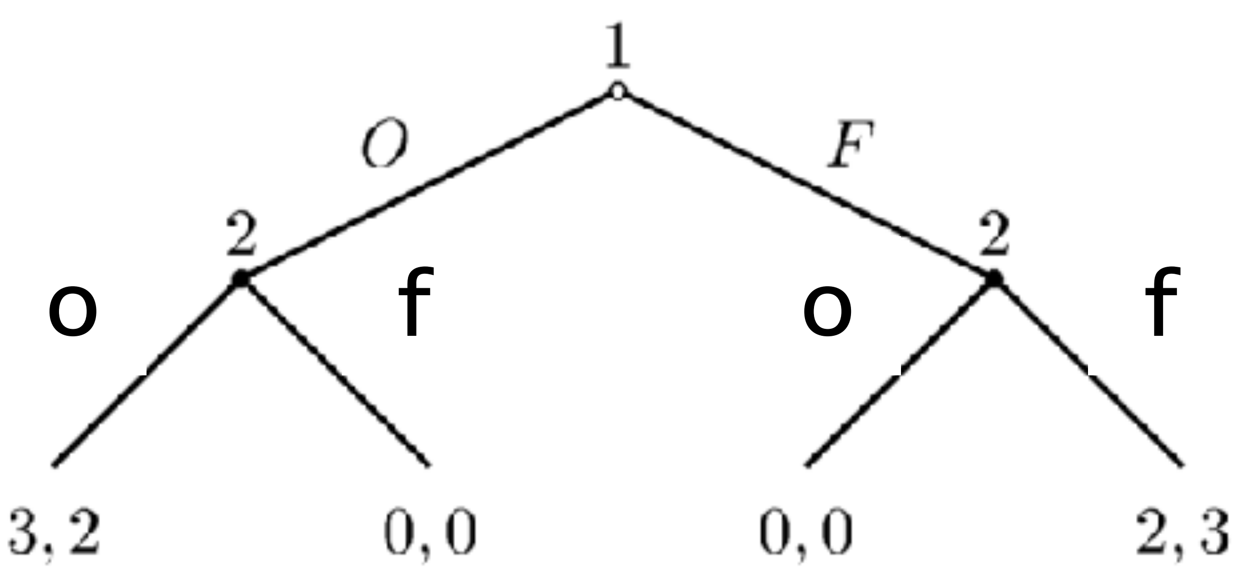
본인의 행동수

상대의 행동수

	수락	거부
0 제안		
100 제안		
...		
1000 제안		

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬



P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

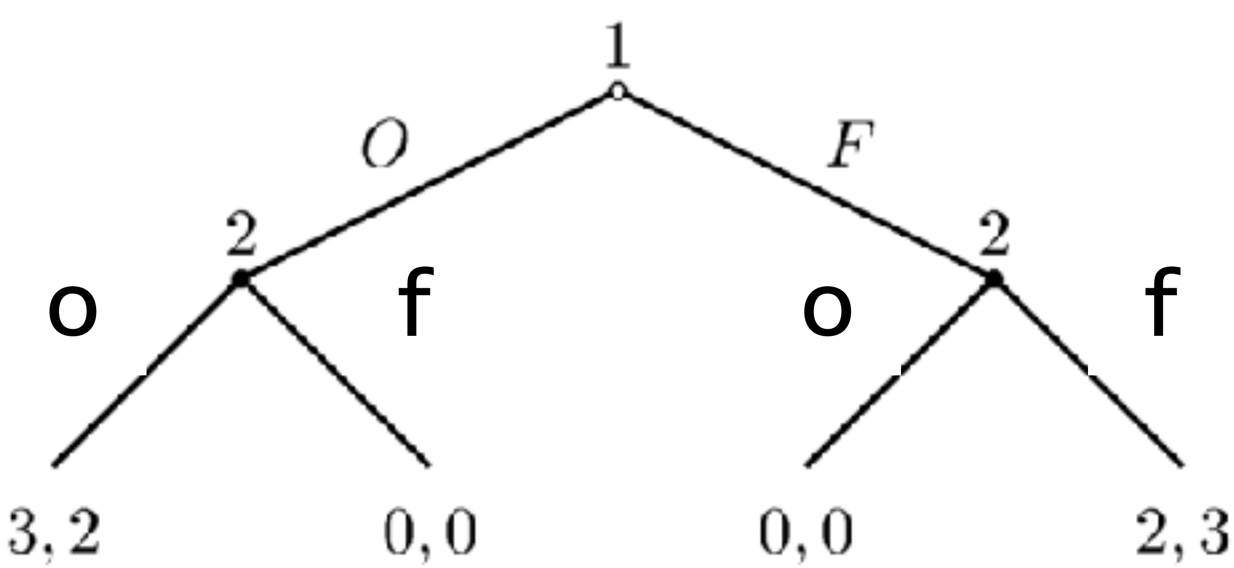
자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.

P2 likes Football

P1 likes Opera

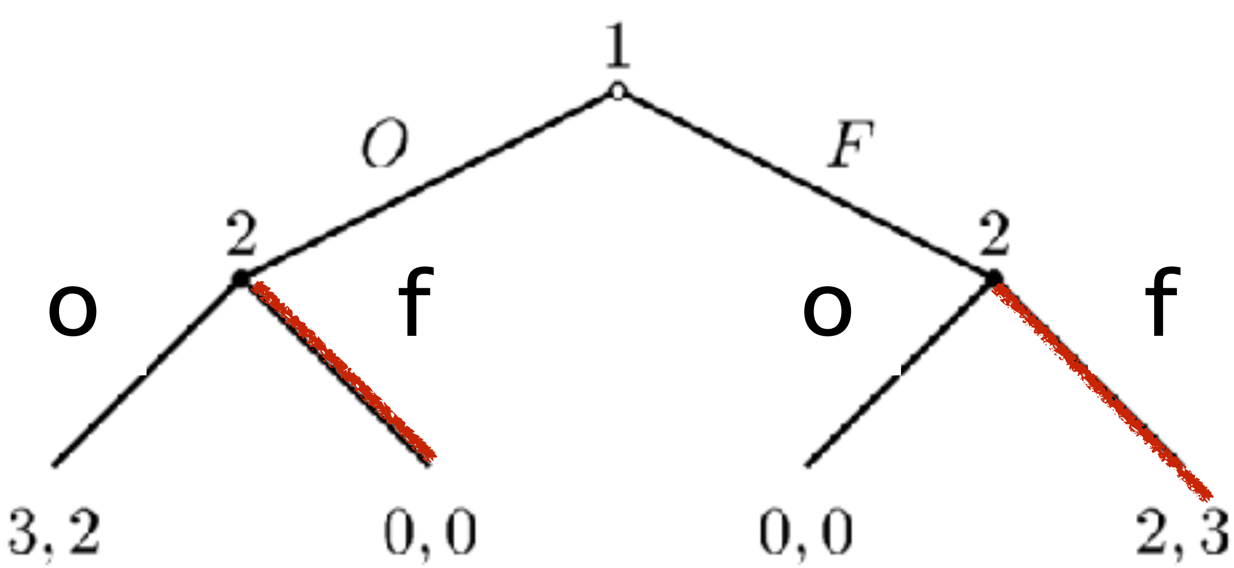
	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2



Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.



P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

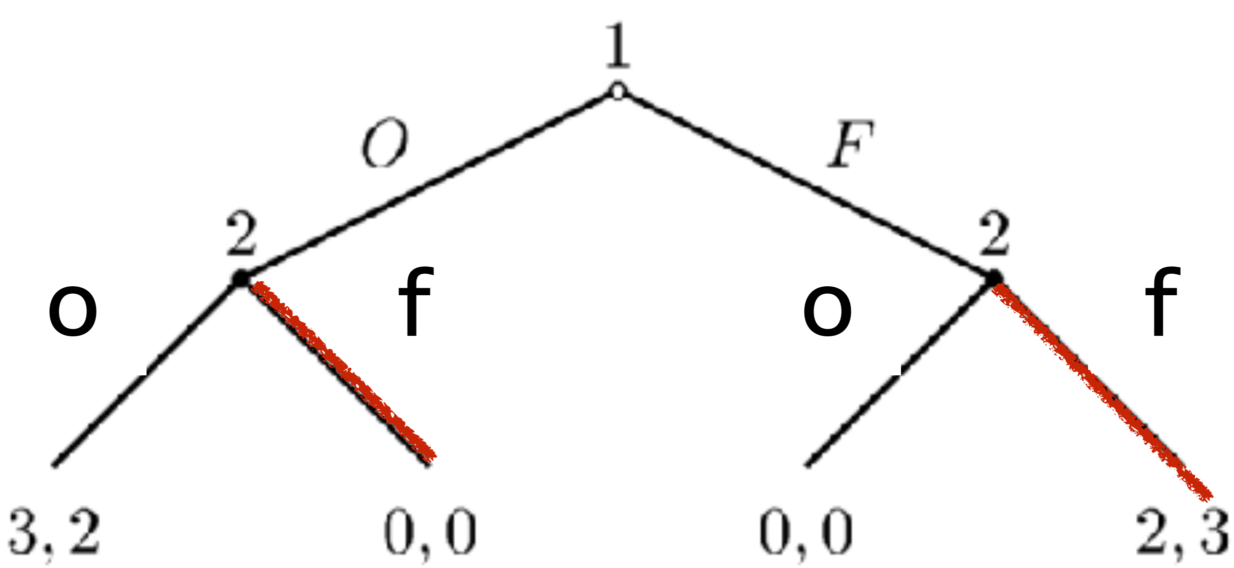
자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.

P2 likes Football

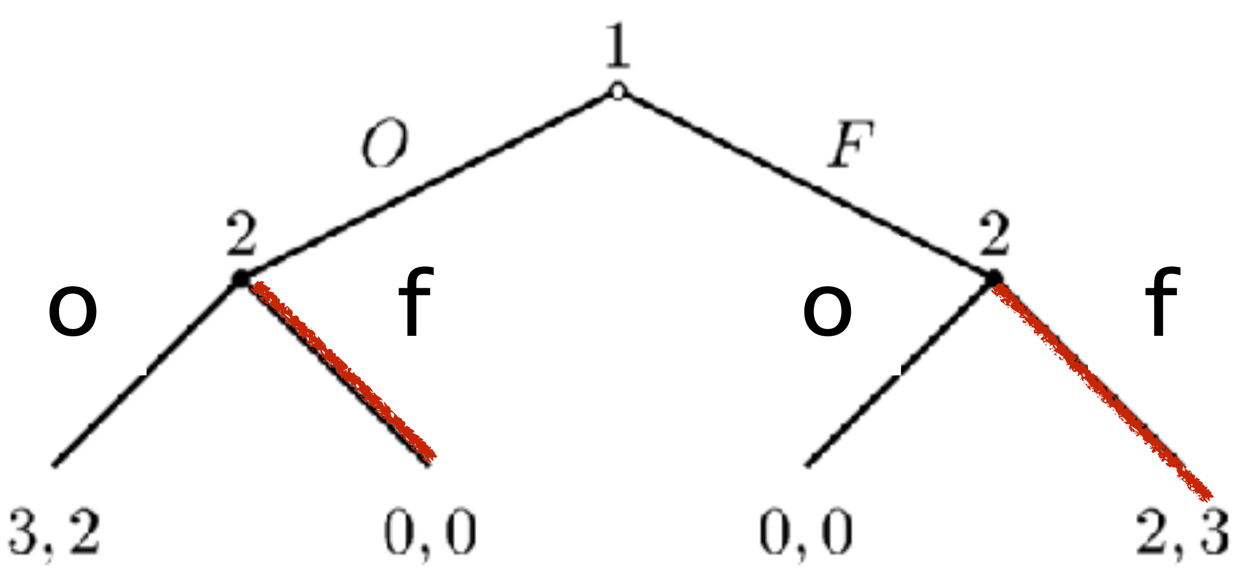
P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2



자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.



P2 likes Football

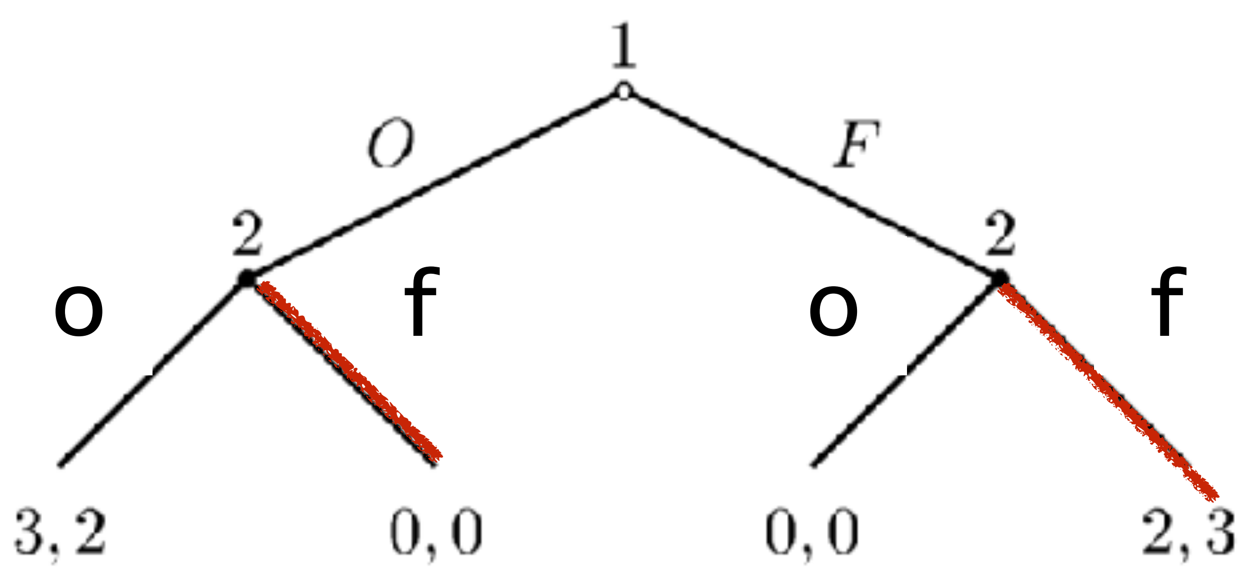
P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.



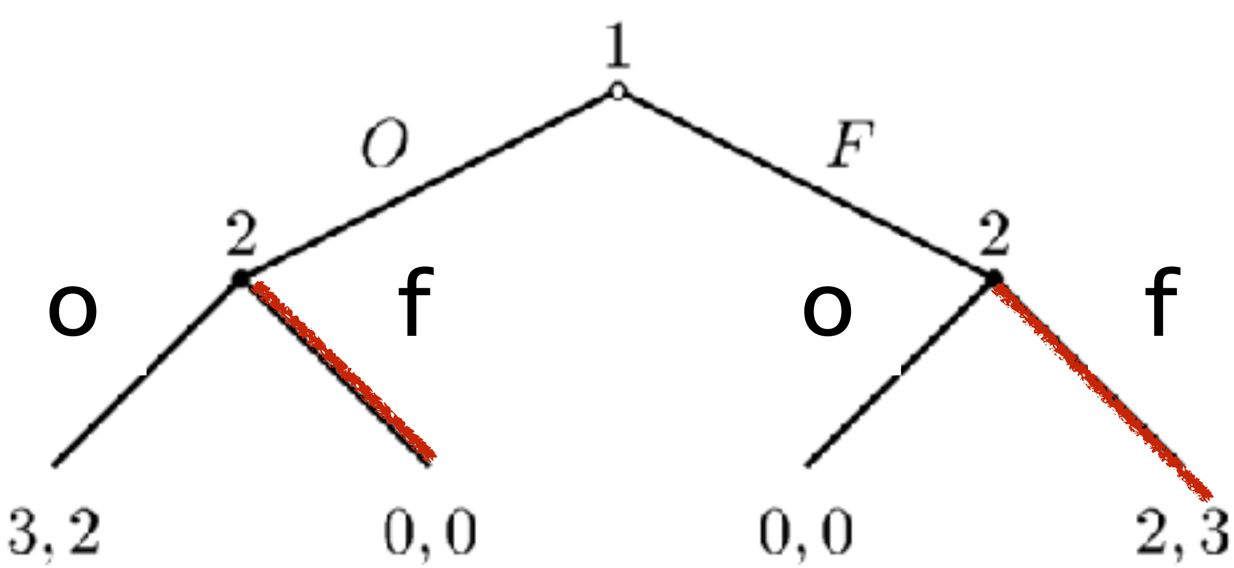
P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.



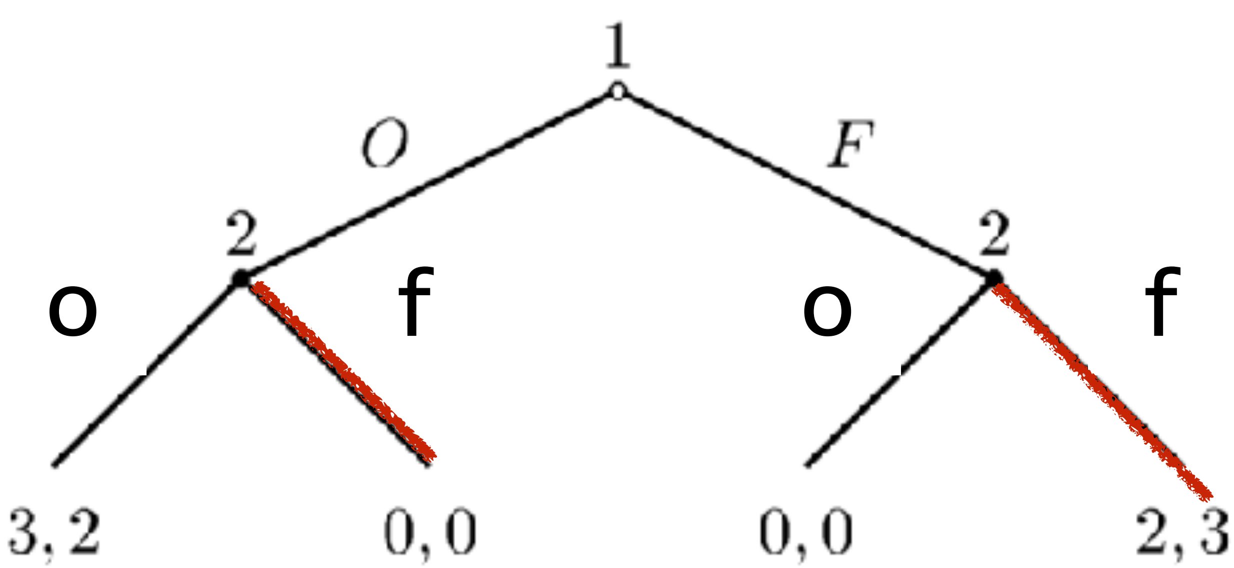
P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.



P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2

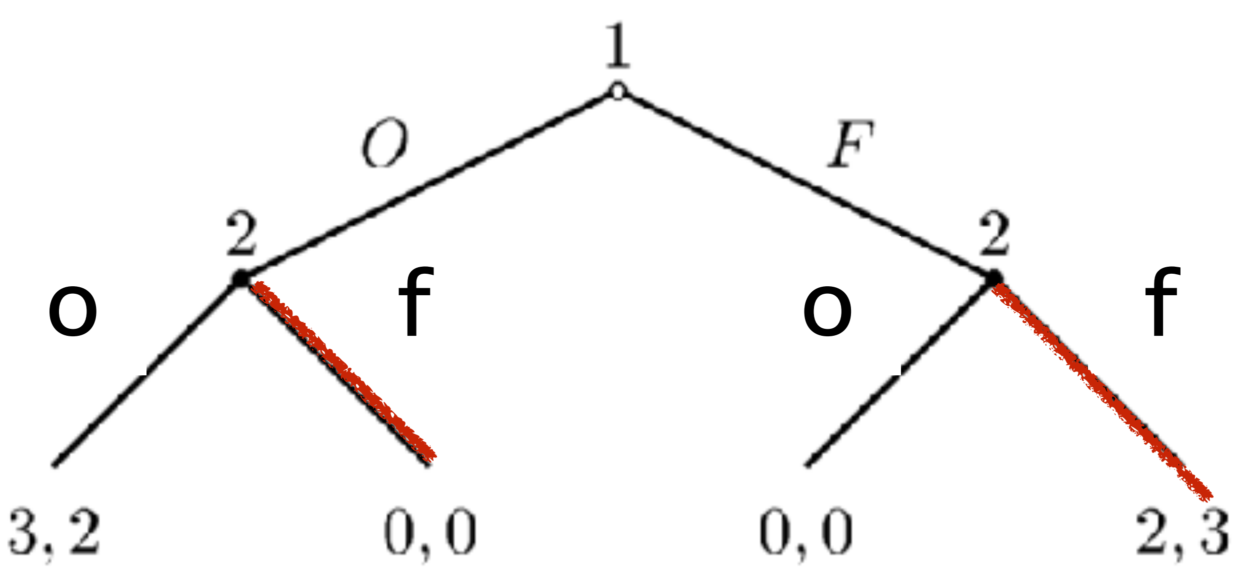
자신이 어디에 있는지 알 경우의 보수행렬

ff: P1이 F를 하면 나는 f를 하고 O를 하면 나는 f를 한다.

P2 likes Football

P1 likes Opera

	ff	fo	of	oo
Football (F)	2,3	2,3	0,0	0,0
Opera (O)	0,0	3,2	0,0	3,2



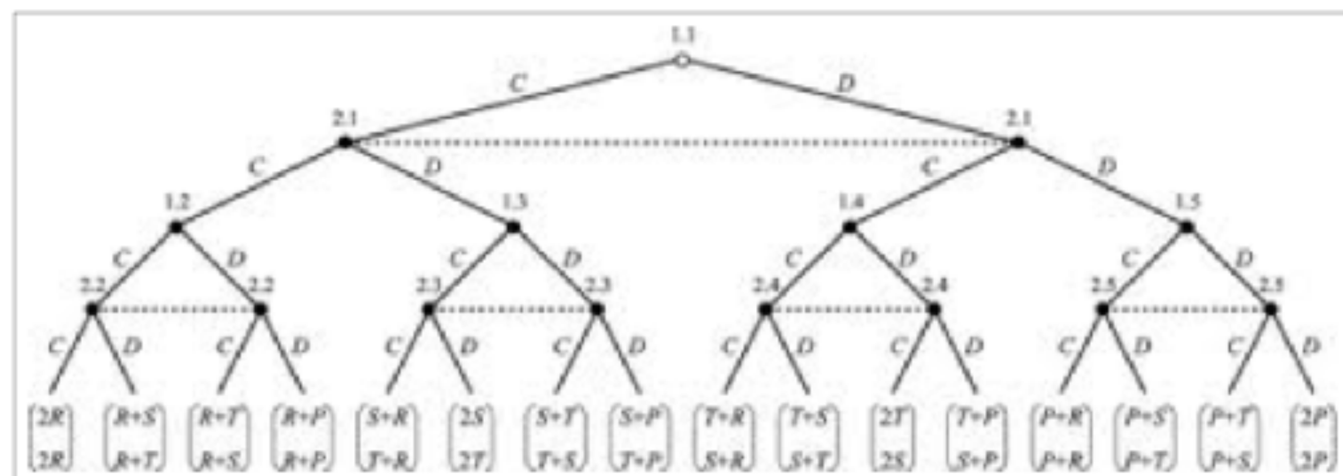
Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

반복게임

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

반복게임
Repeated Game (RG)

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



Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

실습: Finitely Repeated Prisoners' Dilemma (FRPD)

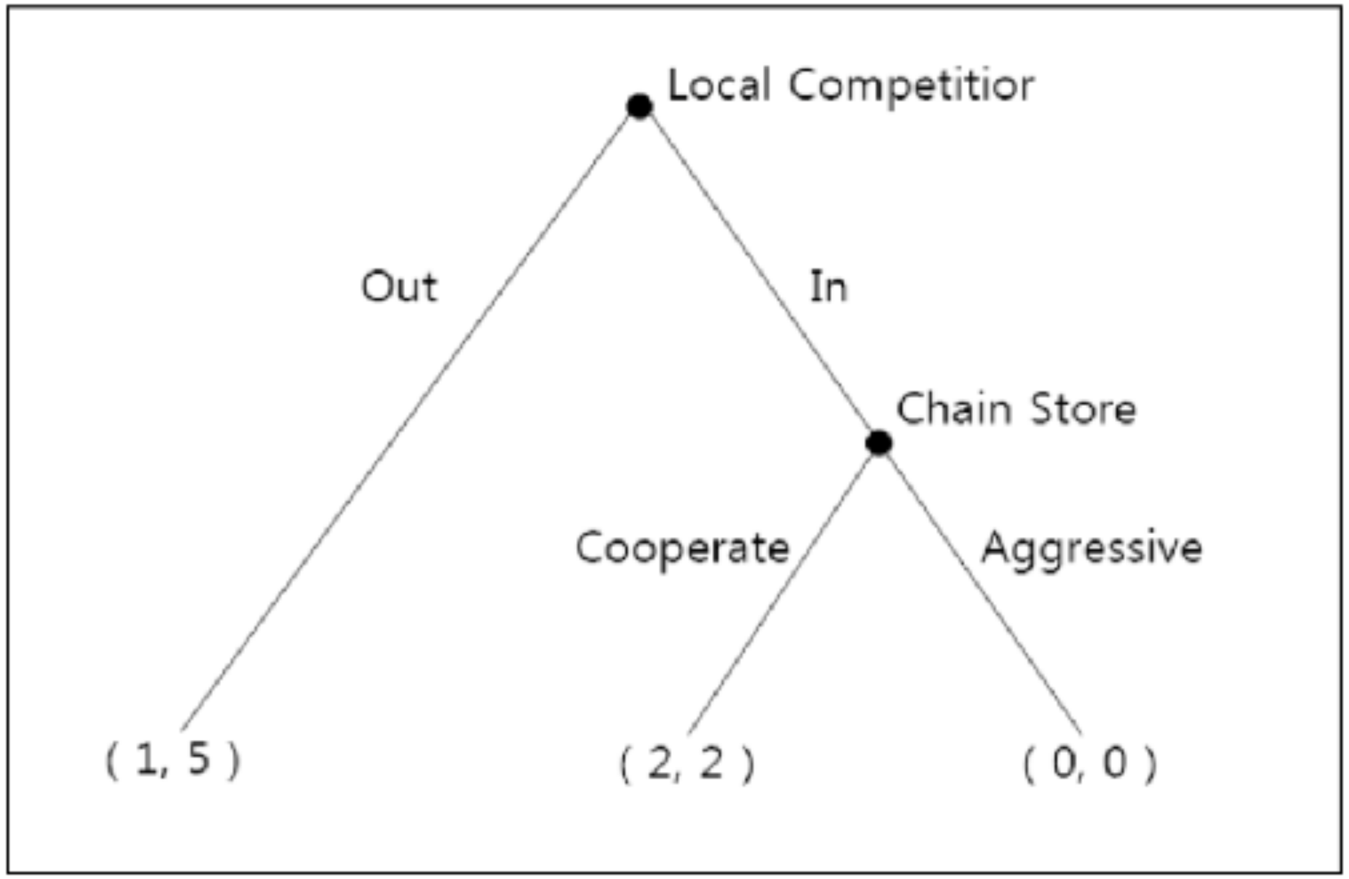
- 임의로 짝지워지는 파트너와 PD 게임을 10회 실시해보자

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

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

Chain-store Game in Finitely Repeated Game

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



Strategy in Infinitely Repeated Games

- 전략은 algorithm 처럼 주어진다.
- 즉, 상대의 전략에 의존적으로 주어진다.
- 아울러 모든 결과를 정하기 힘들다면, 제한된 기억에 의존한다.
- history matters.
- RG의 전략은 history에서 action으로 가는 함수

무한 반복 죄수의 딜레마 게임에서의 전략들 예

전략 이름	CC-CD-DC-DD	필요 기억량
Tit-For-Tat (TFT)	C-D-C-D	1기
GRIM Trigger	C-D-D-D	1기
Pablov (Win-Stay-Lose-Shift)	C-D-D-C	1기
ALLC	C-C-C-C	0기
ALLD	D-D-D-D	0기

CC-CD-DC-DD: 지난기 내가 한 전략, 상대가 한 전략의 모든 조합

Payoff in Infinitely Repeated Games (IRG)

$$\underbrace{\Pi(s)}_{*} = \pi_{1R}(s) + \rho \times \pi_{2R}(s) + \cdots + \underbrace{\rho^t \times \pi_{tR}}_{**} + \cdots$$

- *: 무한반복 게임의 총 보수
- **: t Round에 s 전략에 따른 one-shot 보수
- ρ 의 의미
  - 시간 할인 (현재가치로 환산하기)
  - 같은 사람과 다음 기에 다시 만날 확률

시간과 가치
Time & Value

- 사람들은 동일한 보상이라 하더라도 시기적으로 가까운 가치에 더 큰 가치를 느낌
- 현재의 백만원의 가치 > 내일의 백만원 가치 > 한 달 뒤의 백만원 가치 >1년후 백만원 가치 ..
- ex) 사고실험: 아래 둘 중 선택을 해야 한다면?
  - 100만원을 (1)지금 받는다 (2)1년 뒤에 받는다

시간 선호
Time Preference

- 현시점의 가치와 미래의 가치를 비교할 때 현재의 가치를 더 높게 평가하는 정도 (ρ)
  - Ex) 어떤 사람의 가치평가
    - 지금 100만원의 가치 > 미래 100만원의 가치
    - 지금 100만원 > 미래 101만원
    - …
    - 지금 100만원 = 미래 110만원
    - 지금 100만원 < 미래 120만원

시간선호의 직관적 해석 Intuitive Approach to T.P.

- 시간선호는 상대적 개념: 절대적 기준은 없음
- 시간선호율이 높다[낮다] → 미래가치보다 현재가치를 상대적으로 더[덜] 높게 평가한다 → 상대적으로 현재의 소비를 더[덜] 높게 평가
- 내일 지구가 멸망한다면 → 시간선호율↑

현재가치 환산:
시간문제의 통일

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

현재가치 환산: 시간문제의 통일

- 서로 다른 시간대의 사건을 평가하기 위해서는 시간을 통일해야 할 필요가 있음: 기준을 현재로 삼음

현재가치 환산: 시간문제의 통일

- 서로 다른 시간대의 사건을 평가하기 위해서는 시간을 통일해야 할 필요가 있음: 기준을 현재로 삼음
    - 과거가치: 시간선호율을 통해 현재가치로 확장

현재가치 환산: 시간문제의 통일

- 서로 다른 시간대의 사건을 평가하기 위해서는 시간을 통일해야 할 필요가 있음: 기준을 현재로 삼음
  - 과거가치: 시간선호율을 통해 현재가치로 확장
  - 미래가치: 시간선호율을 통해 현재가치로 소급

현재가치 Present value

현재가치 Present value

- 시간단위가 1년, 시간선호율(ρ)이 10%인 경우

현재가치 Present value

- 시간단위가 1년, 시간선호율(ρ)이 10%인 경우
  - 1년전(2010년)의 100만원의 현재가치: 100만원 × (1+10%) = 110만원

현재가치 Present value

- 시간단위가 1년, 시간선호율(ρ)이 10%인 경우
  - 1년전(2010년)의 100만원의 현재가치: 100만원 × (1+10%) = 110만원
  - 1년후(2012년)의 100만원의 현재가치: 100만원 / (1+10%) = 90.91만원

현재가치 Present value

- 시간단위가 1년, 시간선호율(ρ)이 10%인 경우
  - 1년전(2010년)의 100만원의 현재가치: 100만원 × (1+10%) = 110만원
  - 1년후(2012년)의 100만원의 현재가치: 100만원 / (1+10%) = 90.91만원
  - (∵현재가치×(1+r)=100만원)

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

현재가치공식의 일반화

시간선호율을 r이라고 한다면:

N년 전 X원의 현재가치 $= X(1+r)^N \approx Xe^{rN}$

N년 뒤 X원의 현재가치 $= \frac{X}{(1+r)^N} = X(1+r)^{-N} \approx Xe^{-rN}$

현재가치공식의 일반화

시간선호율을 r이라고 한다면:

N년 전 X원의 현재가치 $= X(1+r)^N \approx Xe^{rN}$

N년 뒤 X원의 현재가치 $= \frac{X}{(1+r)^N} = X(1+r)^{-N} \approx Xe^{-rN}$

- 1년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-1)

현재가치공식의 일반화

시간선호율을 r이라고 한다면:

$$\text{N년 전 X원의 현재가치} = X(1+r)^N \approx Xe^{rN}$$

$$\text{N년 뒤 X원의 현재가치} = \frac{X}{(1+r)^N} = X(1+r)^{-N} \approx Xe^{-rN}$$

- 1년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-1)
- 2년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-1)(1+r)^(-1)

현재가치공식의 일반화

시간선호율을 r이라고 한다면:

$$\text{N년 전 X원의 현재가치} = X(1+r)^N \approx Xe^{rN}$$
$$\text{N년 뒤 X원의 현재가치} = \frac{X}{(1+r)^N} = X(1+r)^{-N} \approx Xe^{-rN}$$

- 1년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-1)
- 2년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-1)(1+r)^(-1)
- N년뒤 X원의 현재가치 = X(1+r)^(-N)

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

게임 진행 확률로써의 ρ

$$\underbrace{\Pi(s)}_{*} = \pi_{1R}(s) + \rho \times \pi_{2R}(s) + \cdots + \underbrace{\rho^t \times \pi_{tR}}_{**} + \cdots$$

- 매 라운드마다 1 - ρ의 확률로 게임이 중단될 가능성이 있다고 생각해보자. (ρ의 확률로 게임 진행)
- 직관적인 이해를 위해 극단적인 경우를 생각해보자
  - 한 번 게임을 하고 다시는 게임을 하지 않는 경우 ⇒ ρ = 0 (예: 관광지 음식점)
  - 영원히 게임을 진행할 경우 ⇒ ρ = 1 (예: 동네 단골 음식점)

GRIM Trigger Strategy

- 왜 'Trigger'일까?

전략 이름	CC-CD-DC-DD	필요 기억량
Tit-For-Tat (TFT)	C-D-C-D	1기
GRIM Trigger	C-D-D-D	1기
Pablov (Win-Stay-Lose-Shift)	C-D-D-C	1기
ALLC	C-C-C-C	0기
ALLD	D-D-D-D	0기

Tit-For-Tat (TFT) Strategy

- Tit-For-Tat: 눈에는 눈, 이에는 이
- 로버트 액설로드, '협력의 진화'
- "네가 지난 기에 한 전략을 나는 그대로 사용해주겠다. "
  - C에는 C, D에는 D

전략 이름	CC-CD-DC-DD	필요 기억량
Tit-For-Tat (TFT)	C-D-C-D	1기
GRIM Trigger	C-D-D-D	1기
Pablov (Win-Stay-Lose-Shift)	C-D-D-C	1기
ALLC	C-C-C-C	0기
ALLD	D-D-D-D	0기

One-Shot versus Finitely Repeated PDG

- One-shot PDG 게임 혹은 finitely RPDG의 결론은?
  - 합리적인 경기자는 처음부터 D를 구사해야 함
- 이러한 결론이 바뀌는 것이 가능할까?
- 만일 바뀐다면 어떤 것들이 영향을 주게 되는가?
- 이런 것들이 '협력의 진화'의 주된 주제

	C	D
C	2, 2	0, 3
D	3, 0	1, 1

GRIM in IRPDG

- 게임 상황
  - 무한 반복 죄수의 딜레마 게임 (Infinitely Repeated Prisoners' Dilemma Game: IRPDG)
  - 두 플레이어는 GRIM trigger 전략을 사용중
- 이때 선수들의 보수는:
  - 처음 전략이 C였다면 둘 다 영원히 C 전략을 구사하게 됨. 따라서

$$\Pi = 2 + \rho \times 2 + \rho^2 \times 2 + \dots$$

무한 등비급수

- 초항이 a, 공비가 ρ인 무한등비급수의 합을 S라고 한다면:

$$S = a + \rho \times a + \rho^2 \times a + \cdots + \rho^t \times a \ldots$$

$$S = a + \rho \left(\overbrace{a + \rho^1 \times a + \ldots}^{=S} \right).$$

$$S = \frac{a}{1-\rho}.$$

단, 0<ρ<1 이어야 함

t Round에 GRIM을 포기하는 경우

- 어떤 시점 t에서 선수가 GRIM을 따르지 않기로 했다고 쳐보자. 즉, 선수는 앞서 누구도 D 를 하지 않았으나 C 를 하는 대신 D 를 했다고 해보자.

$$\Pi' = \overbrace{2 + \rho \times 2 + \rho^{t-1} \times 2}^{\text{GRIM을 따를 때}} + \overbrace{\rho^{t} \times 3}^{\text{따르지않았을 때}} + \overbrace{\rho^{t+1} \times 1 + \ldots}^{\text{그 이후}}$$

- 만일 이러한 일탈이 발생할 수 있으려면, 어떤 조건이 필요할까?

$$\Pi' > \Pi$$

만일 플레이어가 GRIM을 따르지 않게 된다면?

- 사실상 t – 1까지는 모두가 GRIM에 충실했으므로 두 사람의 보수가 같을 것이다. 따라서, 이건 그냥 잘라내고 생각을 하자. 그리고 두 사람의 보수를 모두 ρt 로 나누어보자.
- 결국 이는 어떤 플레이어가 게임이 시작되는 첫기에 GRIM에 따라서 움직이지 않았을 때의 보수와 이에 충실했을 때의 보수 사이의 비교의 문제가 된다.
- 결국 1회의 PDG과 다른 결과를 낳을 가능성을 부여하는 것은 무엇인가?

게임은 반복되어야 한다

- 정해진 횟수의 게임 : 역추론의 문제 발생 → 무임 승차 전략
- 고정된 확률로 게임이 반복
  - → 다음회의 보복이 두려워 협조를 한다 → 다음 회가 발생할 확률이 중요

전략간 게임
ALLC, ALLD

- 무조건 배신 (ALLD): 첫 회부터 배신하는 것으로 시작해서 계속 배신
- 무조건 협조 (ALLC): 첫 회부터 협조하는 것으로 시작해서 계속 배신

	1회	2회	3회	4회	5회	...	n회	...
경기자 I (ALLC)	C	C	C	C	C	...	C	...
경기자 II (ALLC)	C	C	C	C	C	...	C	...

i) ALLC vs ALLC

	1회	2회	3회	4회	5회	...	n회	...
경기자 I (ALLD)	D	D	D	D	D	...	D	...
경기자 II (ALLC)	C	C	C	C	C	...	C	...

ii) ALLD vs ALLC

전략간 게임 GRIM, ALLD

- 조건부 협조: 첫 회에 협조로 시작, 그 다음 회부터는 상대방이 전기에 협조를 한 경우에만 협조. 상대가 한 번이라도 배신하면 그 다음 부터 계속 배신

	1회	2회	3회	4회	5회	...	n회	...
경기자 I (조건부 협조, Grim)	C	C	C	C	C	...	C	...
경기자 II (조건부 협조, Grim)	C	C	C	C	C	...	C	...

i) Grim vs Grim

	1회	2회	3회	4회	5회	...	n회	...
경기자 I (배신)	D	D	D	D	D	...	D	...
경기자 II (조건부 협조, Grim)	C	D	D	D	D	...	D	...

ii) Defect vs Grim

게임이 반복될 확률이 δ 일 때 총보수

	각회에서 얻어지는 보수	δ가 0.8일 때 게임이 이때까지 지속될 확률	δ가 0.2일 때 게임이 이때까지 지속될 확률	반복 확률이 δ일 때 게임이 이때까지 지속될 확률
1회	1	1	1	1
2회	1	0.8	0.2	δ^1
3회	1	0.8 × 0.8	0.2 × 0.2	δ^2
4회	1	0.8 × 0.8 × 0.8	0.2 × 0.2 × 0.2	δ^3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
총 보수 즉 각회 보수의 합		$\frac{1}{1-0.8}=5$	$\frac{1}{1-0.2}=1.25$	$\frac{1}{1-\delta}$

\

죄수의 딜레마 게임: 1회게임 vs. 확률반복게임

$$\frac{b-c}{1-\delta} > b \rightarrow \delta > \frac{c}{b}$$

Grim trigger가 효과적이기 위해서는 높은 확률로 반복되어야 한다는 직관을 이론적으로 설명할 수 있음.

		경기자 II	
		C	D
경기자 I	C	$b-c$, $b-c$	$-c$, b
	D	b , $-c$	0 , 0

(A) 1-Shot Game

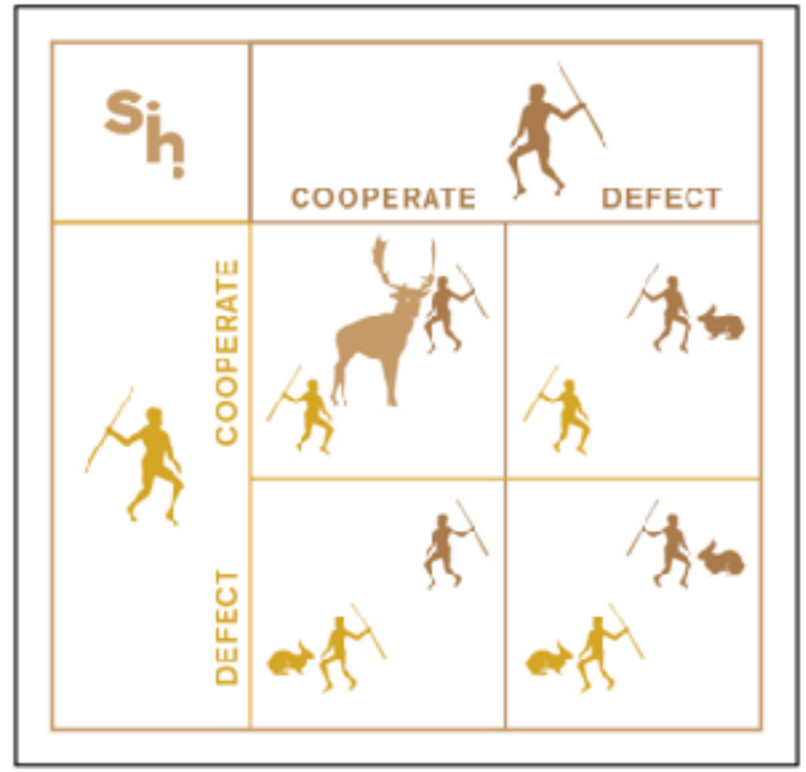
CC 보수만 증가함

		경기자 II	
		C	D
경기자 I	C	$\frac{b-c}{1-\delta}$, $\frac{b-c}{1-\delta}$	$-c$, b
	D	b , $-c$	0 , 0

(B) Repeated Game

반복 PD Game은 조정게임과 유사한 성격을 가짐

- 루소의 사슴사냥 게임 (stag hunt game):
- → 조정게임
- → 죄수의 딜레마 게임이 반복되면 조정게임과 유사한 게임으로 변화

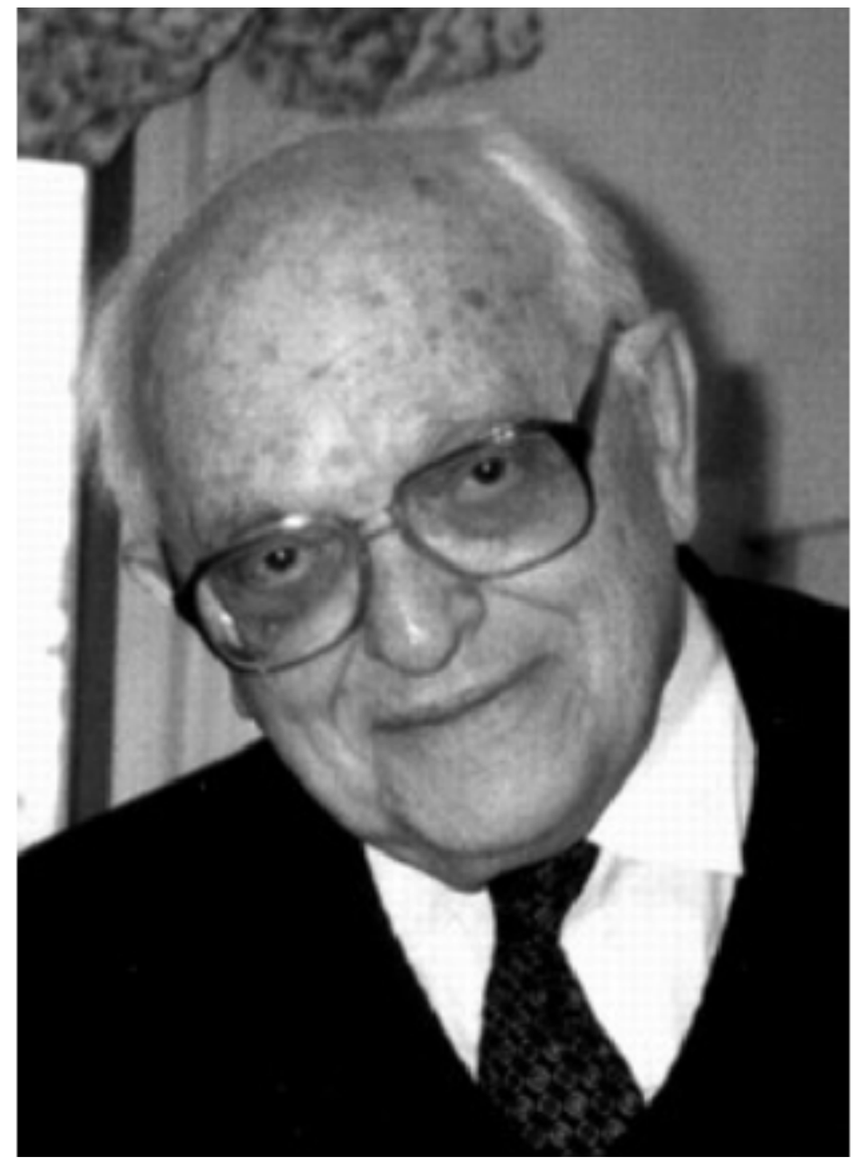


P2

P1		S	H
	S	3, 3	0, 2
	H	2, 0	1, 1

Axelrod's Computer Simulation

- 1980년, 정치학과 교수인 액설로드는 몇몇 게임이론가들에게 200회 동안 치러질 PDG의 전략의 설계를 부탁.
- 이들을 각각을 토너먼트에 붙이고 점수를 부여. 이 대결의 승자는?
  - 생물학자인 Anatol Rapport의 "TIT FOR TAT (TFT)"
- 이 결과가 발표되자 사람들은 놀랐다. 왜?
  - 제출된 프로그램들 중에서 가장 단순한 4줄짜리 코드였기 때문



두번째 토너먼트

- 이 사실이 학술지에 발표된 이후, 더 많고 다양한 전문가들에게 의뢰해 같은 모의 실험을 실시
- 두번째 라운드의 결과 역시 TFT가 가장 우수한 성적을 거두었다.
- 이후 RPDG 게임에서 협력을 가져온 좋은 해결책으로 TFT가 부상

TFT의 속성

- Be nice:
    - 먼저 배신하지는 않는다.
- Be provocable:
    - 상대에게 호구가 되지 않는다.
- Don't be envious:
    - 상대보다 많은 보수를 바라지 않는다.
- Don't be too clever:
    - 충분히 예상 가능한 행보를 보여준다.

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr

TFT의 승리방식

- 점수가 매겨진 방식을 생각해보자.
- 사실 TFT는 상대를 완전히 이긴 경우는 별로 없었다. 이겨도 그리 큰 차이로 이기지 않고, 져도 그리 크게 손해보지 않는 것.
- 만일 스포츠의 방식처럼 승자독식 방식이었다면?
- 아울러, 컴퓨터 알고리즘은 실수를 하지 않는다. 하지만 인간은 어떠한가?

게임에 실수를 도입: Trembling Hand

- IRPDG에서 둘 다 TFT를 사용하고 있는 상황에 실수가 발생한다면:
- 한 번의 실수는 상대방의 다음 전략에 영향을 미쳐 (C,D), (D,C) 쌍이 반복

	1회	2회	3회	4회	5회	...
경기자 I (TFT)	C	C	C	C	C	...
경기자 II (TFT)	C	C	C	C	C	...

i) TFT vs. TFT

	1회	2회	3회	4회	5회	...
경기자 I (TFT)	C	C	D	C	D	...
경기자 II (TFT)	C	D	C	D	C	...

ii) 2회 때 실수로 C 대신 D

Trigger 전략에 실수가 들어갈 경우 (GRIM vs GRIM):

- trigger 방아쇠 전략:
- 한 번의 실수는 영원한 보복을 촉발하여 (D,D) 쌍이 반복

	1회	2회	3회	4회	5회	...
경기자 I (Trigger)	C	C	C	C	C	...
경기자 II (Trigger)	C	C	C	C	C	...

i) Trigger vs Trigger

	1회	2회	3회	4회	5회	...
경기자 I (Trigger)	C	C	D	D	D	...
경기자 II (Trigger)	C	D	C	D	D	...

ii) 2회 때 실수로 C 대신 D

실수에 강한 WSLS전략

- 'Win-Stay-Lose-Shift' (Pavlov 파브로프 전략):
  - (1) 내가 C 상대방도 C, 내가 만족 다음 기에도 C
  - (2) 내가 D 상대방은 C, 내가 만족 다음 기에도 D
  - (3) 내가 C 상대방은 D, 내가 불만족 전략을 바꿔서 D
  - (1) 내가 D 상대방은 D, 내가 불만족 전략 바꿔서 C

	1회	2회	3회	4회	5회	...
경기자 I (WSLS)	C	C	D	C	C	...
경기자 II (WSLS)	C	D	D	C	C	...

실수

협력 복구

현실에서의 반복게임

과점, 담합

- 현실에서 찾을 수 있는 가장 좋은 사례?
- 삼성과 엘지, 진로와 하이트, SKT와 KT, LGT
- 이들은 경쟁관계이면서 협력관계
- 기업간 "짬짜미"는 반복 게임의 좋은 사례

마약거래

- 덩어리가 너무 커서 배신에 따른 타격이 크다면?
  - 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 sh)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

무한 반복게임은 언제나 좋은 결과를 낳을까?

- IRG 자체가 좋은 결과를 낳는 것은 아니다.
- 사실 IRG는 어떤 균형이든 가능하게 한다.
- 옆의 예를 보자. 1-shot PSNE은 어디인가?
- 만일$\rho \geq 0.5$이고,GRIM을 구사하고 있다면 (B,B)도 균형으로 만들 수 있다!

	A	B	C
A	2, 2	2, 1	0, 0
B	1, 2	1, 1	−1, 0
C	0, 0	0, −1	−1, −1

중간시험 공지

- 2017.10.20 (금) 9:10 - 11:40 청307
    - 즉, 수업시간과 동일, 장소도 동일
- 시험 내용
    - 제시하는 사례를 게임으로 만들기
    - 만든 게임을 게임이론으로 분석하기
    - 분석 결과를 사례 해석에 적용하기

수고하셨습니다!

Namun Cho/ mailto:namun@snu.ac.kr