

Slide 0**지능형 게임 캐릭터 연구****연구 내용**

Slide 1

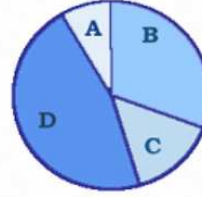
- 박사학위 논문 II (국민대, 2005년, 이면섭박사)
 - 제목: 유전자 알고리즘을 이용한 대전형 액션 게임의 지능 캐릭터
 - 개요
 - * 유전자 알고리즘으로 지능형 캐릭터를 구현
 - * 개체 진화를 통하여 게임의 규칙을 학습
 - * 행동하나만 아니라 행동패턴을 학습하는 방법 제안
 - * 환경변화(상대 캐릭터 및 게임규칙변화 등)에 따라서 스스로 적응
 - * 에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 구현

유전자 알고리즘 소개

• 선택 (selection)

- 룰렛-휠 선택

	염색체	적합도	% of total
A	01000	64	5.5
B	10011	361	30.9
C	01101	169	14.4
D	11000	576	49.2



Slide 2

- 순위(ranking) 선택

- * 적합도에 따라 순위를 매기고
- * 순위에 따라 개체 선택 수가 결정됨
- * 최고 좋은 개체는 항상 선택 (elitism)

적합도	32	17	12	11	10	6	5	4	2	1
순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
재생수	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0

유전자 알고리즘 소개 (Cont'd)

- 토너먼트(tournament) 선택

- * 무작위적으로 $m(< n)$ 개체 선발 (단, n 은 전체 개체 수)
- * 선발된 개체 중 가장 좋은 개체 선택
- * 모든 자식 개체가 선택될 때 까지 위의 과정을 반복

- 엘리트 보존(elitism) 선택

- * 최고로 좋은 개체를 다음 세대에 보존하는 방법
- * 보통 다른 선택 방법과 같이 사용

Slide 3

유전자 알고리즘 소개 (Cont'd)

- 교배

- 일점(one-point) 교배

Slide 4

부모 1 :

1	0	1	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 자식 1 :

1	0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

부모 2 :

1	1	0	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 자식 2 :

1	1	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

- 다점(multi-point) 교배

부모 1 :

1	0	1	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 자식 1 :

1	0	1	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

부모 2 :

1	1	0	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 자식 2 :

1	1	0	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

유전자 알고리즘 소개 (Cont'd)

- 균일(uniform) 교배

Slide 5

부모 1 :

1	0	1	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 자식 1:

1	1	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

마스크 :

0	1	1	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 마스크 :

0	1	1	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

부모 2:

1	1	0	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

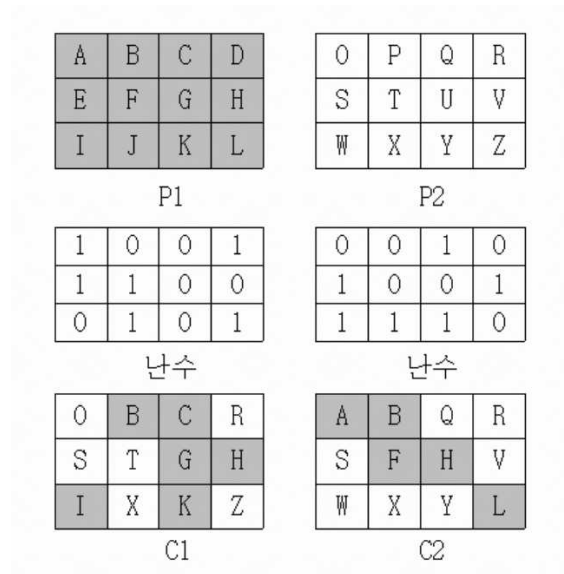
 자식 2:

1	0	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

유전자 알고리즘 소개 (Cont'd)

- 블록균일(block uniform) 교배

Slide 6



염색체 구조

- 가정
 - 단일 클럭 게임
 - 상대 캐릭터의 행동과 거리를 입력으로 지능 캐릭터의 행동을 결정
 - 2차원 구조의 염색체 사용 (행동 × 거리)

Slide 7

상대행동 \ 거리		거리						
		0	1	2	3	4	5	6
0	정지상태 (ID)	4	9	1	10	0	9	2
1	전진 (GO)	7	2	6	1	4	3	7
2	후진 (BK)	9	7	1	0	8	10	1
3	막기 (GD)	3	5	9	3	2	7	10
4	앞기 (DN)	2	7	6	1	10	0	6
5	점프 (JP)	2	6	9	3	8	3	3
6	아래주먹 (DN)	3	9	7	0	5	9	9
7	위 주먹 (UN)	10	7	9	2	7	3	2
8	아래 발공격 (DK)	3	1	9	7	9	2	8
9	위 발 공격 (UK)	7	4	1	6	10	8	2
10	펼살기 (SP)	0	9	3	2	5	4	6

염색체 구조 (Cont'd)

Slide 8

- 유전자 알고리즘 연산
 - 적합도 계산
 - * 100 클럭동안에 얻은 점수의 합을 적합도로 함
 - elitism 적용
 - 블록 균일교배 사용
 - 돌연변이: 0부터 10까지의 무작위 수를 발생시켜 치환
 - 종료조건: 1000회

실험

Slide 9

- 실험환경
 - 두 개의 게임 규칙 (적응 실험을 위해)
 - * 게임규칙1에서 방어: 논문 I에서와 같음
 - * 게임규칙2에서 방어
 - 방어 인정되지 않음
 - 거리조절이나 맞공격이 유리

실험 (Cont'd)

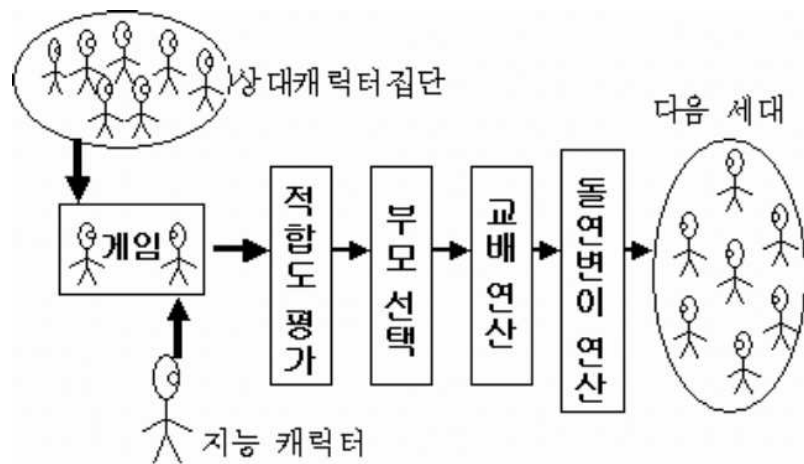
Slide 10

a. 게임 규칙 1							
거리 \ 행동	0	1	2	3	4	5	6
D P (1점)		D P					
U P (2점)		U P					
D K (3점)			D K				
U K (4점)			U K				
S P (5점)				S P			
b. 게임 규칙 2							
거리 \ 행동	0	1	2	3	4	5	6
D P (5점)		D P					
U P (4점)		U P					
D K (3점)			D K				
U K (2점)			U K				
S P (1점)				S P			

실험 (Cont'd)

- 무작위로 행동하는 상대 캐릭터와 게임
- 지능캐릭터의 진화과정

Slide 11



실험 (Cont'd)

- 최적 행동 표

- * *는 모든 행동 가능
- * $\bar{1}$ 은 1외에 어떤 행동도 무방

Slide 12

		a. 게임규칙 1								b. 게임규칙 2							
상대행동	거리	0	1	2	3	4	5	6		0	1	2	3	4	5	6	
0	ID	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
1	GO	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
2	BK	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
3	GD	*	*	*	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
4	DN	6	6	8	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
5	JP	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
6	DP	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
7	UP	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
8	DK	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
9	UK	7	7	9	10	10	10	*		6	6	8	8	10	10	*	
10	SP	7	7	9	10	10	10	$\bar{1}$		6	6	8	8	10	10	$\bar{1}$	

실험 (Cont'd)

• 실험 결과

Slide 13

- 파라미터

- * 최대 세대: 2,000
- * $p_c = 1, p_m = 0.01$
- * 개체수(PS): 50, 70

실험 (Cont'd)

- 1 세대 후 최적 행동 비율 실험

Slide 14

PS = 50		
NO	변경 전	변경 후
1	10.9%	38.8%
2	15.6%	41.7%
3	14.6%	40.3%
4	15.6%	41.0%
5	18.7%	38.8%
평 균	15.08%	40.12%
PS = 70		
NO	변경 전	변경 후
1	14.6%	40.3%
2	15.6%	41.0%
3	14.6%	41.7%
4	15.6%	41.7%
5	18.7%	40.3%
평 균	15.82%	41.00%

실험 (Cont'd)

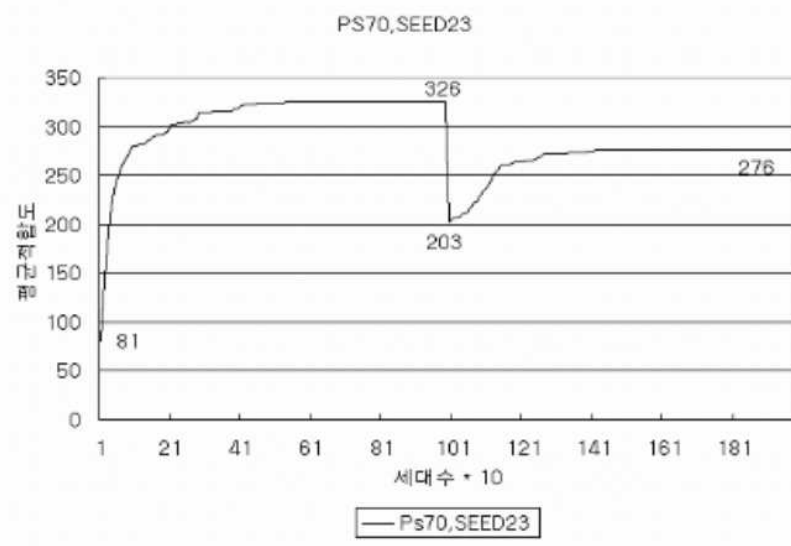
- 100% 해를 찾는 세대 수

Slide 15

PS = 50		
NO	변경 전	변경 후
1	1235	958
2	863	447
3	1407	480
4	1297	594
5	945	605
평 균	1,149	616
PS = 70		
NO	변경 전	변경 후
1	599	556
2	1336	471
3	713	633
4	899	416
5	1270	402
평 균	963	495

실험 (Cont'd)

- PS=70 에서 게임 규칙 변경 전과 후의 적합도 변화



Slide 16

실험 (Cont'd)

- 신경망과의 성능비교

유전자 알고리즘		신 경 망	
최적해의 비율 (%)	학습 횟수	최적해의 비율 (%)	학습 횟수
40%	98,000	41.5%	4000
50%	175,000	48.3%	32,000
60%	336,000	56.9%	64,000
70%	518,000	67.9%	128,000
80%	945,000	79.8%	2,048,000
90%	2,030,000	89.6%	8,192,000
100%	6,720,000	96.0%	65,536,000

Slide 17

멀티 클릭 행동 게임

- 탐색체의 구조
 - 행동별로 단계를 표시

Slide 18

거리 \ 행동	ID	...	JP	DP		UP				DK						...
	1t	...	1t	1t	2t	1t	2t	3t	4t	1t	2t	3t	4t	5t	6t	...
0	4	...	7	4	7	5	9	1	2	8	6	3	0	5	3	...
1	2	...	10	8	3	2	10	6	9	6	9	2	5	8	1	...
2	6	...	9	10	2	5	9	0	3	6	8	1	4	8	3	...
3	5	...	4	8	1	10	3	7	2	9	3	1	6	3	9	...
4	4	...	6	2	8	9	10	0	2	5	9	1	3	8	2	...
5	9	...	5	10	8	9	4	7	1	6	9	2	5	6	8	...
6	5	...	8	6	2	3	7	8	10	4	7	9	2	6	0	...

멀티 클릭 행동 게임 (Cont'd)

- 유전자 알고리즘 연산
 - 적합도 계산
 - * 2,000번의 점수 발생
 - * 지능 캐릭터와 상대 캐릭터의 점수 비
 - elitism 적용
 - 블록 균일교배 사용
 - 돌연변이: 0부터 10까지의 무작위 수를 발생시켜 치환
 - 종료조건: 100,000회
 - 개체수: 15
 - $p_c = 1, p_m = 0.01$

Slide 19

멀티 클릭 행동 게임 (Cont'd)

- 실험 환경
 - 게임 규칙^{1,2}

Slide 20

게임 규칙 1			
행동의 종류	단계	공격점수	유효거리
ID, GO, BK, GD, DN, JP	1	--	--
D P	2틱	1	0~2
U P	4틱	2	
D K	6틱	3	2~3
U K	8틱	4	
S P	10틱	5	3~5
게임규칙 2			
행동의 종류	단계	공격점수	유효거리
ID, GO, BK, GD, DN, JP	1	--	--
D P	2틱	5	0~1
U P	4틱	4	
D K	6틱	3	1~3
U K	8틱	2	
S P	10틱	1	3~5

멀티 클릭 행동 게임 (Cont'd)

- 공격 점수의 인정

Slide 21

구분 시간		...	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	...	결과
A	상대 캐릭터						U P(4틱)							2점
	지능 캐릭터			U K(8틱)										X
B	상대 캐릭터		S P(10틱)											5점
	지능 캐릭터						D K(6틱)						3점	

멀티 클럭 행동 게임 (Cont'd)

- 실험 결과
 - 100,000세대까지 진화
 - 1세대와 마지막 세대의 점수비 비교

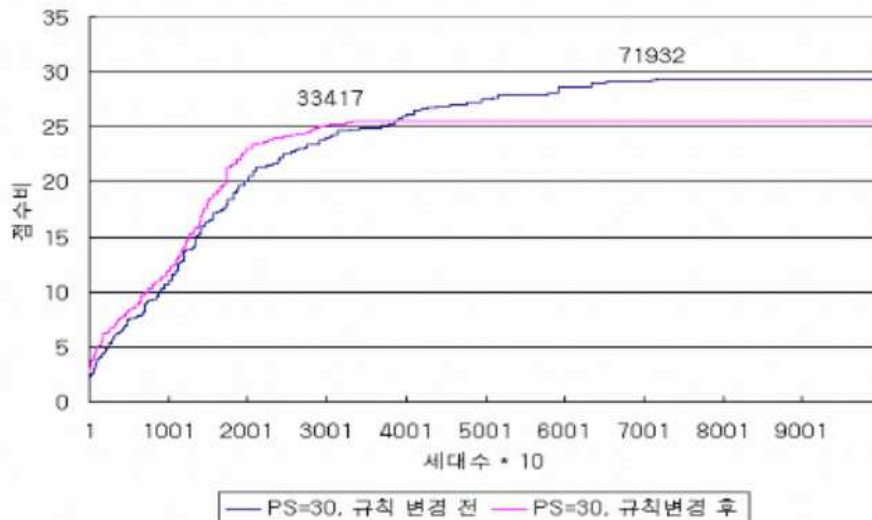
Slide 22

	PS=30		PS=60	
	1세대	71932세대	1세대	27441세대
변경 전	1.77	29.37	2.43	30.60
변경 후	2.69	25.51	3.25	25.90

멀티 클럭 행동 게임 (Cont'd)

- 게임규칙 변경 전후의 점수비

Slide 23



행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터

Slide 24

- 행동 패턴을 학습할 때의 장점
 - 상대 캐릭터가 공격 시에는 현 공격에 대한 대응 행동만 중요
 - 상대 캐릭터가 이동 시에는 행동 패턴에 따른 대응이 중요
 - * 행동 패턴이 이동을 포함하고 있는 경우
 - * 과거 행동과 이동으로 미래 행동이 예측될 수 있음
 - * 그러므로 과거 행동 및 이동에 따른 지능 캐릭터의 행동을 찾을 수 있음
 - 행동 패턴이 공격만으로 이루어져 있는 경우 공격패턴에 따라서 점수가 다르면 패턴에 따른 대응이 중요해짐
- 실험 결과
 - 행동패턴을 학습하지 않는 지능 캐릭터보다 행동패턴을 학습하는 지능 캐릭터가 우수
 - 무작위적으로 행동하는 상대 캐릭터에 대해서도 행동패턴을 학습하는 지능 캐릭터가 우수

행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터 (Cont'd)

Slide 25

- 검색체 구조

행동종류	ID	GO	BK	JP	DN	GD	주먹 공격					...	
							D P		U P				
시간	1t	1t	1t	1t	1t	1t	1t	2t	1t	2t	3t	...	
거리	0	9	6	2	6	3	11	0	7	4	2	13	...
1	7	3	5	9	10	2	4	9	2	1	13	...	
2	6	9	2	1	10	8	2	6	9	3	1	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
12	3	13	7	4	9	11	2	0	10	4	7	...	
13	7	4	9	3	2	4	9	12	0	4	9	...	

과거 행동 종류	ID	GO	BK	JP	DN	GD	DP	UP	DA	UA	SK	RK	LC	RC
지능 캐릭터의 행동	6	9	2	1	10	8	2	6	9	3	1	11	5	9

행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 행동종류, 단계 및 점수

	행동종류	유효거리	단계	점수
0	정지 (ID)	-	1	0
1	전진 (GO)	-	1	0
2	후진 (BK)	-	1	0
3	점프 (JP)	-	1	0
4	앉기 (DN)	-	1	0
5	막기 (GD)	-	1	0
6	아래 주먹 (DP)	0 ~ 4	2	1
7	윗 주먹 (UP)	0 ~ 4	3	2
8	아래 발 공격 (DA)	3 ~ 7	4	3
9	위 발 공격 (UA)	3 ~ 7	5	4
10	옆 차기 (SK)	6 ~ 10	6	5
11	돌려 차기 (RK)	6 ~ 10	7	6
12	들어 찌기 (LC)	9 ~ 12	8	7
13	돌려 찌기 (RC)	9 ~ 12	9	8

Slide 26

행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 행동패턴의 종류

패 턴 1	2,9,1,10,2,10,1,9
패 턴 2	1,8,2,9,1,9,2,8
패 턴 3	2,8,1,7,2,7,1,8
패 턴 4	1,12,2,11,1,11,2,12
패 턴 5	10,1,7,9,8,2,12,2,8,1,7,2,7,1,8
패 턴 6	7,11,12,6,8,10,9,13,10

Slide 27

행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 단순지능 캐릭터와 비교

Slide 28

패턴 종류	초기 거리	단순 지능 캐릭터		행동패턴을 학습하는 지능 캐릭터	
		행동	점수	행동	점수
패턴 1	5	9-9-9-9	16	9-9-10-9	17
패턴 2	4	8-8-8-8	12	8-9-9-8	14
패턴 3	4	8-7-8-7	10	8-7-9-7	11
패턴 4	10	11-11-11-11	24	12-11-11-12	26
패턴 5	3	9,7,7,9,9,8, 2,6,4,9	24	9,7,7,9,2,5, 5,2,11,9,9	26
	12	13,13,8,2,3, 13,13	32	13,13,12,1, 12,10	35
패턴 6	3	6,9,0,9,5,3,7,0 ,9,8,4,4,9,0,9	26	6,9,5,5,5,9,5 ,3,7,9,8,3,3, 3,9,9	26
	12	4,7,4,6,13,3,13 ,8,13,7,0,	24	3,3,3,13,4,4, 13,13,5,5	24

행동 패턴을 학습하는 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 무작위적으로 행동하는 상대 캐릭터 실험

Slide 29

거 리	무작위로 행동하는 상대캐릭터 행동길이	11개		15개		18개	
		지능	상대	지능	상대	지능	상대
5	단순지능 캐릭터	12	2	39	6	22	3
	행동패턴을 학습하는 지능 캐릭터	16	0	18	0	30	3
거 리	무작위로 행동하는 상대캐릭터 행동길이	11개		15개		18개	
		지능	상대	지능	상대	지능	상대
8	단순지능 캐릭터	25	6	27	5	33	11
	행동패턴을 학습하는 지능 캐릭터	29	0	28	0	35	0

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터

Slide 30

- 남은 에너지를 이용하여 효율적인 공격을 선택
- 에너지
 - HP (Health Point)
 - * 생명력
 - * 공격을 하는 캐릭터는 변화없음
 - * 공격을 당하는 캐릭터는 주어진 양만큼 감소
 - * 소멸되면 죽음
 - MP (Mana Point)
 - * 특수기술 사용시 해당 양만큼 감소
 - * 공격을 당하는 캐릭터도 해당 양만큼 HP 포인트 감소
 - * 일반공격은 상대가 방어시 점수 획득 없음
 - * 특수 공격은 방어를 하더라도 효과가 있음

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

Slide 31

- 행동 종류, 유효거리, 단계 및 점수

	행동 종류	유효 거리	단계	점수
0	정지 (ID)	-	1	0
1	전진 (GO)	-	1	0
2	후진 (BK)	-	1	0
3	점프 (JP)	-	1	0
4	앉기 (DN)	-	1	0
5	막기 (GD)	-	1	0
6	아래 주먹 (DP)	0 - 4	2	1
7	위 주먹 (UP)	0 - 4	3	2
8	아래 발 공격 (DA)	3 - 7	4	3
9	위 발 공격 (UA)	3 - 7	5	4
10	옆 차기 (SK)	6 - 10	6	5
11	돌려 차기 (RK)	6 - 10	7	6
12	들여 찌기 (LC)	9 - 13	8	7
13	돌려 찌기 (RC)	9 - 13	9	8
14	특수 공격1 (SP1)	0 - 4	3	3
15	특수 공격2 (SP2)	3 - 7	5	5
16	특수 공격3 (SP3)	6 - 10	7	7
17	특수 공격4 (SP4)	9 - 13	9	9

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

Slide 32

- 게임의 승리
 - 일정시간 대결 (1500 클럭) 후 MP상관 없이 남은 HP양으로 결정
 - 상대 캐릭터의 HP 가 0이면 KO 승
- 에너지 회복기능
 - 일정기간 상대의 공격으로 점수를 잃지 않을 경우 에너지를 회복
 - 초기 점수의 3%를 충전시킴

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

Slide 33

- 염색체 구조
 - 에너지 도입
 - * 구간별 나누어 적용
 - * AA 부터 EE 까지 총 25개

H P	A	B	C	D	E
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
M P	A	B	C	D	E
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 탐색체 구조

Slide 34

현재 행동	I	G	B	J	D	G	주먹 공격					...	SP	SP	SP	SP
	D	O	K	P	N	D	DP	UP					1	2	3	4
소요단계	1t	1t	1t	1t	1t	1t	1t	1t	2t	1t	2t	...	3t	5t	7t	9t
거리																
0	8	6	2	6	3	6	11	0	7	4	2	...	2	7	9	3
1	7	3	5	9	10	9	2	4	9	2	1	...	8	1	0	12
2	6	9	2	1	10	1	8	2	6	9	3	...	5	9	13	9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12	3	13	7	4	9	5	11	2	0	10	4	...	6	1	15	3
13	7	4	9	3	2	4	9	12	0	4	9	...	16	8	4	8

과거 행동	I	G	B	J	D	G	D	U	D	U	S	R	L	R	SP	SP	SP	SP
	D	O	K	P	N	D	P	P	A	A	K	K	C	C	1	2	3	4
지능 캐릭터 행동	9	6	12	6	3	0	7	11	4	17	13	4	8	2	16	3	1	10

조합	AA	AB	AC	AD	AE	BA								EA	EB	EC	ED	EE
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)								(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
지능 캐릭터 행동	9	6	12	6	3	0								4	8	2	16	4

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

Slide 35

- 실험
 - 적합도
 - * 상대 캐릭터 100개와 1500 클럭 동안 게임을 한 결과의 승률
 - 세대별 승률변화

에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

Generation	Index	승	패
1	47	53	47
2	17	57	43
4	41	59	41
8	32	63	37
20	6	66	34
28	47	67	33
40	10	71	29
42	21	72	28
52	3	73	27
72	25	74	26
76	10	76	24
85	9	78	22
87	18	80	20
98	27	81	19
99	13	82	18
107	13	83	17
110	11	84	16
117	30	85	15
120	13	86	14
124	43	87	13
138	13	88	12
140	13	89	11
144	12	90	10
146	40	91	9
151	40	92	8
153	14	93	7
163	0	94	6
196	2	95	5
217	1	96	4
253	17	97	3
255	8	98	2
315	26	99	1
611	4	100	0

Slide 36

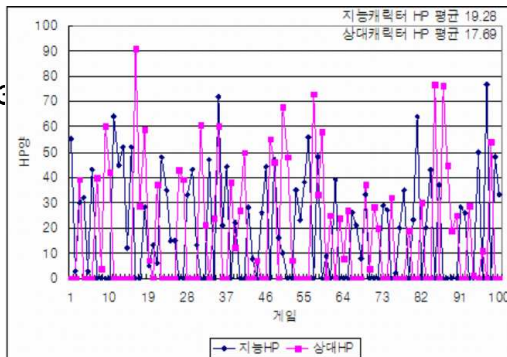
에너지 개념을 도입한 지능 캐릭터 (Cont'd)

- 진화정도

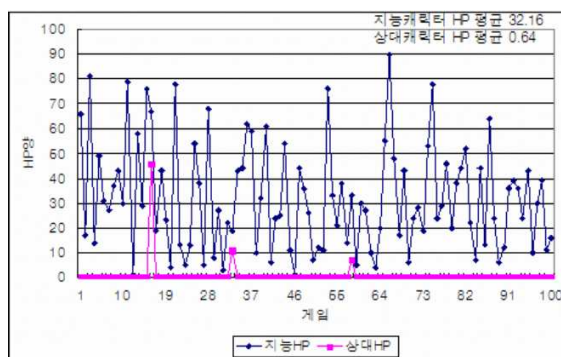
(a) 1 세대 후의 HP 비교 (진화하지 못해서 별 차이 없음)

(b) 마지막 세대(611) 후의 HP 비교 (진화해서 점수 차가 큼)

Slide 37



(a)



(b)

연구 결론

- Slide 38**
- 결론
 - 유전자 알고리즘으로 지능 캐릭터를 구현하기 위한 기본적인 방법 제시
 - 실제 게임에서의 캐릭터와 유사한 특성을 갖는 지능 캐릭터 구현에 대한 방법 제시
 - 에너지를 도입하여 공격, 방어 및 이동에 대한 전략적 선택이 가능하게 함
 - 제안 방법
 - 장점
 - * 게임 규칙을 전혀 모르는 상태에서 개체군의 진화를 통하여 규칙을 스스로 학습
 - * 여러 특성을 갖는 개체에 대하여 시간이 경과함에 따라서 스스로 적응할 수 있음
 - * 환경변화 및 게임규칙 변화에 스스로 적응할 수 있음
 - * 집단을 이루는 캐릭터의 경우 쉽게 구현될 수 있음

연구 결론 (Cont'd)

- Slide 39**
- 제한점
 - * 진화를 위하여 행위의 결과에 대한 적합도를 줄 수 있어야함
 - * 행위의 결과가 즉각적으로 나타나서 영향력을 쉽게 판단할 수 있어야함
 - * 개체군 진화를 위하여 개체수가 많은 경우에 유리함
(하나의 개체 수준에서의 학습은 불가)
 - * 대전 게임과 같이 즉각적으로 반응하는 지능 캐릭터의 경우 유용하나 전략적인 판단이나 계획을 수행해야하는 캐릭터의 경우 불가능할 수 있음