

의도계층을 이용한 그룹간 상호 협력 모델의 설계

장 영 철[†] · 이 창 훈^{††}

요 약

본 논문에서는 멀티에이전트 환경상에서 에이전트 그룹들이 문제 풀이 과정이 변화할 때 적절한 협력대상을 선택하여 문제 해결 능력을 증가 시킬 수 있도록 협력 모델을 설계하고 평가 하였다. 그룹간 협력의 방향과 범위를 결정하기 위해 그룹 이익함수를 사용하였고 그룹을 협력 관련 부분과 비 관련 부분으로 분리 운영하였다. 이렇게 상황에 따라 재구성되는 그룹들을 그룹 수준에서 운영하기 위해 기존의 자료와 목표(goal)가 아닌 그룹의도(group intention)를 제어 기준으로 사용하였다. 또 그룹 의도들간의 전이 관계를 계층구조로 표현하여 그룹 환경(자원, 정보, 협력 사항)의 변화에 따라 전이가 가능하도록 하였다. 이로 인해 그룹들은 먼저 그룹의도를 결정하고 그룹의도의 범위 안에서 현 상황에 적절한 전략을 선택하는 제층적인 제어가 가능하게 되었다. 이상의 제안들은 추적게임 테스트베드에 적용하여 실험/평가 되었다.

Design of A Group Cooperating Model Based on Intention Hierarchy

Young-Cheol Jang[†] · Chang-Hoon Lee^{††}

ABSTRACT

In this paper, we design and evaluate a cooperating model that increase problem solving ability by selecting proper cooperating partners under changing situation. In this model, to decide cooperation direction and extent, we have used a payoff function and then divided the group into two parts, cooperation part and non-cooperation part. To control these reconfigured groups at group level, group intention is used as a control media instead of existing data and goal. Group intention is abstractive and comprehensive and represents collection of strategies. Group intention is changed based on resources, information, and cooperation situation on group intention hierarchy. Two layered control is possible : first constraint with group intentions(group level) and then select a strategy under the constraint. These approaches are tested and evaluated on pursuit game testbed.

1. 서 론

크고 복잡한 문제를 해결하기 위해서 자체적인 처리 능력을 가진 구성원(에이전트)들이 상호 협력하여 문제

풀이 능력을 향상시키는 시스템을 멀티에이전트 시스템 이라고 부른다[1]. 이 시스템에서는 문제를 분해하여 분산, 병렬처리하고 구성원과 이들간의 조직관계를 변경하여 문제에 대한 적응력과 처리 능력을 향상시키고 있다. 문제해결 능력의 향상을 위해서는 필요한 기능에 따라 에이전트들이 그룹을 구성하고 환경의 변화에 따라 새로운 기능을 발휘할 수 있도록 그룹들간에 분해/합성 과정을 통하여 그룹 조직을 재구성하는 방법이 필요하다. 이러한 그룹의 재구성은 자원을 목적에 맞게

* 본 연구는 96년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임
(과제번호: 961-0901-002-2)

† 정 회 원 : 건국대학교 컴퓨터공학과

†† 종신회원 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 1997년 10월 14일, 심사완료 : 1997년 11월 6일

공유하고 부하(load)를 효과적으로 분산할 수 있는 방향으로 이루어져야 한다[2,4].

기존에 그룹에서 조직을 구성하는 방법은 미리 설정된 조직모델에 관한 정보를 이용하는 방법과 통신을 통하여 현재 구성원들의 관계를 파악하여 구성하는 방법이 있다. 전자의 방법으로는 목표를 부목표(subgoal)들로 전개하며 필요한 에이전트를 모으는 방법, 사전에 필요한 행동에 관한 계획을 주고 받아 상호간 충돌을 피하여 관련 그룹을 구성하는 방법, 처리기들의 기능상, 구조상의 관계(acquaintance)에 따라 구성원간의 관련성을 찾는 방법 등이 있다. 이러한 접근 방법들은 초기에 고정된 조직관계에 대한 의존도가 높아서 변화하는 환경에 대한 적응력이 떨어진다. 후자는 개개 에이전트가 처리한 결과를 서로 주고받아 관련성을 파악한 후 관련 그룹을 형성하는 방법이다. 이 방법은 에이전트에서 자료들의 특징으로부터 관계를 찾아 내기 때문에 과도한 통신비용과 추론방법이 필요하다[6,7,9,10,13].

동적으로 변화하는 환경에서는 미리 관계를 규정하거나 사전에 행동을 예측하기가 어려워 기존의 정적인 조직구성 방법은 적합하지 않다. 또 변화에 대한 적응능력 및 기능의 변화가 개개 에이전트가 아닌 그룹에서 생성되기 때문에 그룹 및 기능을 고려한 운영이 필요하다.

본 연구에서는 멀티에이전트 시스템에 상황에 적응하는 유연성을 부여하고 그룹간 협력상황에서 필요한 기능에 따라 구성원들의 분해/합성이 효율적으로 이루어지도록 그룹의도[5,11,12]를 사용한 그룹 운영방법을 제시한다. 그룹의도는 그룹이 소유한 자원(능력)에 근거하여 취할 수 있는 행동을 함축적으로 표현하기 때문에 상황이 전개되는 단계에 따라 제어가 가능하다. 즉, 세부적인 변화요인이 결정되기 전까지는 여러 해결방법을 포괄적으로 포함하고 있다가 환경의 변화에 따라 그룹의도, 전략, 행동의 단계별로 결정을 내린다. 또 그룹간 상호 협력하는 상황에서도 먼저 그룹의도를 사용하여 추상적인 단계에서 자원(능력)을 분할하고 다음에 이들이 협력적으로 운영될 수 있도록 그룹간 조직의 운영방법(전략)을 조정해 나간다.

이 같은 접근을 실현하기 위해 그룹의도의 전이과정을 설계하고 그룹내의 협력, 비협력 부분의 분할방법, 이 분할된 그룹들간의 행동을 협력하는 방향으로 조정하기 위한 이익함수, 조건완화 기법이 제안되었다.

2 장에서는 그룹의도를 사용한 그룹 운영에 관하여 설명하고 3장에서는 추적게임(pursuit game) 상에서 발생하는 협력상황을 설명하고 그룹의도를 사용하여 해결하는 과정을 설명하였다. 4장에서는 실험 및 평가를 하고 5장에서 본 연구를 통해 얻은 결과를 기술한다.

2. 그룹 의도를 사용한 그룹 운영

2.1 그룹운영

그룹의 구성원들간에는 구조, 기능과 관련된 관계를 규정하는 조직이 형성 되어 있다[7]. 이러한 조직은 문제풀이 과정을 규정된 방식 또는 반복된 과정으로 유도하기 때문에 분산 처리하는 자료들이 효율적으로 재처리되고 융합된다[9]. 하지만 제어 상황을 조직내의 관계로 미리 기술하기 어려운 경우에는 변화하는 상황에 따라 조직을 구성하여 운영하는 방법이 필요하다.

기존의 그룹을 운영하는 방식은 에이전트들의 관계를 미리 규정한 후 전체를 하나의 통일된 구조로 운영하는 방식과 객체 지향 구조로 운영하는 방식이 있다. 전자의 구조로 된 시스템에는 MICE, MACE, CoCo[16] 등이 있는데 이기종에는 적합하지 않고, 전역함수나 전역변수 구조를 사용하여 사건(event)의 전개 형식으로 제어한다. 후자의 구조로 된 시스템은 MAGES[16], PANDORA-II[10] 가 있으며 객체를 사용하여 환경을 구성하고 비동기적인 메시지 전달체계를 사용하여 동적으로 그룹을 구성하고 있다. 블랙보드 기반으로 설계된 DVMT[2][3]는 목표를 전개한 부목표들의 관계를 조직으로 이용하는 방법과 통신을 통해 파악한 자료들간의 관계를 이용하는 방법이 통합 운용되고 있다. 이 시스템들은 이미 관련성이 규정된 모델(acquaintance model)을 사용하여 정적이거나 메시지 전달체계의 다양성에 따라 그룹을 구성하는데 주안점을 두고 있다. 의도를 사용하는 경우도 단순한 의미(예, request, answer)의 전달에 불과하다. 문제 풀이 과정의 변화나 협력의 필요성에 따라 그룹 운영전략의 변화는 고려되지 않았다.

그룹의 구성원들이 행동하는 기준은 운영은 그룹 전체의 목적을 고려하여 조직에 근거한 기준(strategic)과 구성원들이 지역적인 정보에 따라 상황에 반응하는 자치적인 기준(reactive)으로 나눈다[11,12]. 이 두 기준은 문제의 특성에 따라 작업의 효율성과 적응성을 고려하여 적절한 선에서 결정되어야 한다.

2.2 그룹의도(group intention)

에이전트는 자신의 능력과 환경에 대한 믿음을 가지고 어떤 행동을 할지를 결정하게 되는데 이를 의도라고 한다(5). 의도는 행동의 측면에서는 할 일들을 순서대로 나열한 계획(plan)의 의미가 되고 소망(desire)하는 측면에서는 목표가 되고 능력(자원)의 측면에서는 적용 가능한 전략들이 될 수 있다(6,8,11). 본 논문에서는 전략 의미의 그룹의도를 사용하여 동적으로 변화는 그룹을 함축적이고 융통성 있게 제어하고자 한다.

그룹의도는 구성원의 능력(자원, 구조)으로 표현되기 때문에 누적성(collective)과 조합성(composite) 있어 구성원의 변화에 따라 분해, 합성이 가능하다. 또 구성원들 사이의 관계를 포괄적으로 포함할 수도 있다(11). 따라서 그룹이 변화에 적응하기위해 구성원을 바꾸거나 구성원 사이의 관계를 재 설정할 때 그룹의도를 사용하면 그룹 수준에서 구성원들의 행동제어가 가능하다. 본 연구에서는 그룹을 관리하는 상황을 그룹의 분해/합성 상황과 그룹 내 합의관계(commitment)를 변경하는 상황으로 나눈다. 전자는 개별 구성원들의 의도들이 모여 그룹 전체의도를 구성하거나 그룹 전체 의도가 필요기능에 따라 개별 의도들로 분해되는 과정을 의미한다(Group Intention Individual Intention). 후자는 그룹의 구성원을 현 상황에서 그룹의도의 수행을 위해 꼭 필요한 구성원(major)과 제약 조건의 완화가 가능한 구성원(minor)으로 분리 운영한다. 또 이 구성원들의 의도간의 관계를 파악하여 운영한다. 즉, 의도의 개별적인 의미 보다는 이들간의 관계가 형성되어야 복잡한 동적상황의 제어에 도움이 되기 때문이다.

2.3 그룹간 협력 과정

그룹간의 협력 과정은 다음과 같다.

1) 협력요청(자원, 정보)

2) 협력가능여부 결정 : 전체 목적을 위해 두 그룹 이익의 총합이 증가하면 협력한다.

이익함수 : 그룹이 목적을 이루기 위해 현 상황의 조건들에서 얻을 수 있는 이익을 평가한다. 평가요소에는 보유자원(능력), 목표성취와의 거리, 협력 그룹간의 협력관계거리, 상황 변화율 등이 포함되어야 한다. 협력여부 결정, 협력방향 결정에 사용된다.

3) 협력범위 선정

a) 협력 요청(자원, 위치, 시간 등)

b) 협력자 협력 가능 범위 제시 : 구조, 이익함수

근거

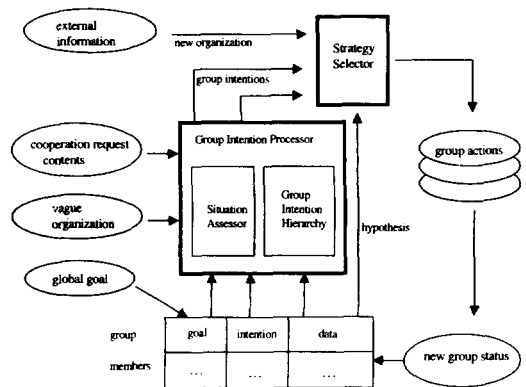
c) 협력범위 결정 : 각 그룹의 제약조건 하에서 조건완화 과정을 통한 범위 선정 또는 공통범위 채택(협력 참여자의 자율행동 범위)

d) if (수용 가능한 상황변화) 협력진행 else a) 부터 협력범위 재선정

4) 그룹 재구성 : 그룹이 합의된 협력사항을 이행하기 위해서는 자신을 협력 관련부분(참여부분)과 비 관련부분(유지부분)으로 분리 운영하여야 한다. 참여부분은 속한 그룹이 허용하는 범위 안에서 협력요청 그룹과 협력이 가능하다. 협력을 위해 현재의 의도가 완화될 수 있는 부분(minor)이다. 유지부분은 현 그룹의 목적을 계속 수행하기 위해 참여부분과의 관계를 유지하기 위한 조건들을 관리하며 부여된 임무를 수행한다. 현재의 의도가 완화될 수 없는 부분(major)이다.

5) 참여 부분과 유지부분에 그룹의도를 부여한다.

6) 행동의 제약 및 완화 : 협력을 위해서 한쪽은 밀고 한쪽은 당기는 식의 제약과 완화과정이 필요하고 이들간에 우선순위가 있어야 한다. 우선 순위의 기준은 다음과 같다. 협력 시에는 가장 중요한 합의사항(most committed)을 먼저 적용(제약)하고 양보를 위해서는 가장 약하게 합의된 사항(least committed)을 먼저 완화한다. 또 상황에 따라 그룹간 치명적 금지사항 우선, 위치상 관련성이 많은 부분 우선, 관계상 관련성이 많은 부분 우선 등의 기준을 사용하여 제약하거나 양보함으로써 협력을 원하는 방향으로 유도하고 상호간의 충돌(conflict)을 해결할 수 있다.



(그림 1) 그룹 협력 구조 (Fig. 1) cooperating group architecture

7) 예의 상황 발생시 2) 부터 다시 수행

2.4 그룹의도 계층(group intention hierarchy)

협력 과정에서 그룹 재구성시에 그룹의 제어를 위해 현재 상황(협력상황, 비협력 상황)의 변화, 소유한 자원(구성원)의 변화, 정보의 변화에 따라 의도들의 전이 관계를 정의하여 그룹의도 계층을 구성하였다. 이 계층 구조에서는 수평, 수직, 내부의 세 종류의 전이를 하고 있다.

수직전이(vertical transition): 그룹의 구성원(자원)의 변화에 따라 상위 또는 하위의 의도로 전환한다.

수평전이(horizontal transition): 외부 환경 정보의 영향으로 동일 자원하에서 가능한 다른 의도로 전환한다.

내부전이(internal transition): 협력상황 시에 그룹을 다시 여러 부 그룹으로 구성한 후 이들 부 그룹들에 대한 의도들의 집합으로 전환한다.

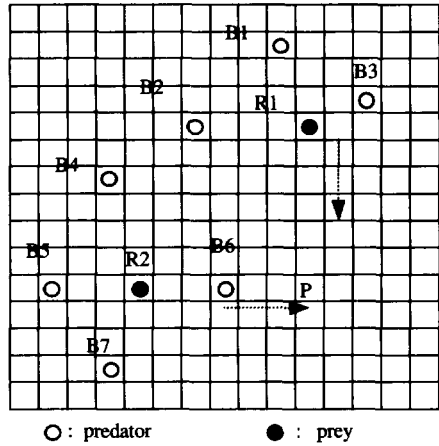
3. 추적게임 상의 협력모델

3.1 추적게임의 재구성

멀티에이전트 환경에서 널리 사용되는 테스트베드인 추적게임(9)에서 그룹간의 협력상황을 구성하기 위해 한 그룹에서 포위 가능한 자원이(4 백 에이전트) 충족되지 않도록 백 에이전트(predator) 7 개 흑 에이전트(pre) 2 개의 실험 환경을 재구성 하였다.

백 에이전트 들은 두 흑 에이전트의 동,서, 남, 북 4 방향을 막아 잡는 것이 목적이며 대각선 이동은 인정하지 않는다. 그림 2에서 그룹 $\alpha = \{B1, B2, B3\}$, $\beta = \{B4, B5, B6, B7\}$ 가 형성되어 있다. 그룹 α 는 R1 을 차단 의도로 공격하고 그룹 β 는 R2 를 포위 의도로 공격 하고 있다. 그룹 β 는 4 방향에 백 에

이전트를 확보하여 목표달성 가능성이 예측되고 그룹 α 는 백 에이전트 수가 부족하여 목표달성의 어려움이 예측된다. 그룹간의 협력이 이루어져 그룹 α 와 그룹 β 의 거리가 가까워 지도록 공격이 이루어지거나 그룹 β 가 전체 이익을 고려해 포위 작업을 늦추고 협력 점 P 로 이동하면 그룹 α 와 β 모두 목적을 이루게 된다.



(그림 2) 추적게임 (Fig. 2) pursuit game

3.2 그룹의도 전이 과정

초기 탐색의도에서 흑 에이전트의 위치 정보를 얻으면 차단의도로 전이하고 한 그룹이 협력을 요청하면 협력상황으로 전환하여 물이의도로 전이한다(수평전이). 그룹에 참여하는 백 에이전트의 수가 증가함에 따라 차단1, 물이1 에서 포위까지 전이한다(수직전이).

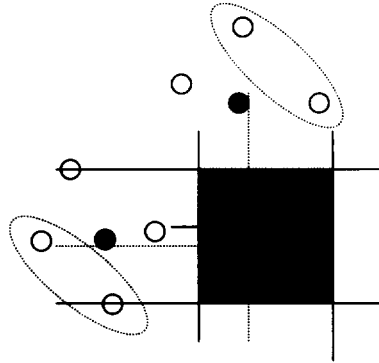
물이1, 물이2, 물이3, 포위는 협력상황에 따라 부 그룹의 의도들로 전이한다(내부전이).

<표 1> 그룹의도전이 (Table 1) transition of group intention

정보	자원수	협력 상황				
		흑 위치	협력점	완화부분지정	이익합수 변화	그룹계약
백(1)	탐색	차단1	물이1	회피1	이동1	유지1
(2)		차단2	물이2	(물이1, 회피1)	(물이1, 이동1)	(물이1, 유지1)
(3)		차단3	물이3	(물이2, 회피1)	(물이2, 이동1)	(물이2, 유지1)
(4)		포위	포위	(물이3, 회피1)	(물이3, 이동1)	(물이2, 유지1)

그룹 의도의 종류

- 유지(keep)** : 흑 에이전트와의 거리를 유지
- 탐색(search)** : 가시거리에서 흑 에이전트를 찾는 의도
- 이동(move)** : 특정위치까지 이동(속도 조절을 위해 정지 가능)
- 차단(block)** : 흑 에이전트를 따라가며 진행 방향을 막는 의도
- 회피(avoid)** : 흑 에이전트의 진행을 유도하기 위해 물러남
- 몰이(drive)** : 특정 위치로 흑 에이전트를 몰기 위해 회피, 이동, 유지 및 차단을 조합하여 행동
- 포위(siege)** : 흑 에이전트의 4 방향을 차단하여 목적을 이루는 의도



(그림 3) 협력범위
(Fig. 3) cooperation range

3.3 이익함수와 협력범위

각 그룹은 흑 에이전트의 사분면에 있는 에이전트 수, 백 에이전트들과 목표 흑 에이전트 까지 거리의 합, 흑의 x, y 축상에 있는 백 에이전트 수, 그룹간의 거리(협력 에이전트 기준), 환경의 변화율을 고려하여 그룹의 이익을 계산한다.

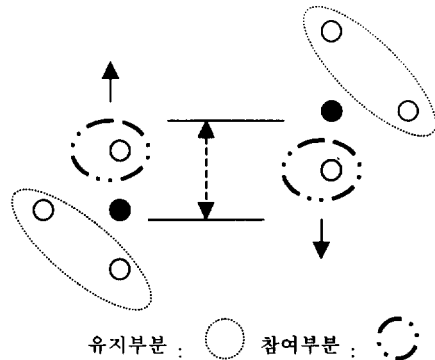
$$f_{group} = 4aq - ds + 4ax + gds + e$$

- aq : 흑 사분면(대각선 기준)에 있는 백 에이전트 수
- ds : 백 에이전트들과 목표 흑 에이전트 까지 거리의 합
- ax : 흑의 x, y 축상에 있는 백 에이전트 수
- gds : 두 흑 에이전트간의 거리
- e : 그룹의 목적이 이루어 지도록 환경이 변화할 확률

협력범위는 협력 요청 그룹의 백 에이전트 위치와 관련하여 협력자가 필요한 범위와 협력 참여부분 내 협력자의 활동 가능한 허용범위로 결정된다(그림 3의 회색 부분). 이 협력범위 안에서 두 흑 에이전트를 막을 수 있는 위치 중 최적의 전체 이익을 낼 수 있는 협력점이 먼저 선택된다. 이 최적의 협력점은 흑의 이동에 따라 협력범위 안에서 변하게 된다.

그룹 협력을 위한 상황평가는 두 그룹 사이의 거리 또는 상대 그룹 목표까지의 거리를 고려하여 이익을 계산하여야 한다. 그림 2에서 그룹 α 와 β 는 예상 협력

점 P 로 향하기 위해 먼저 그룹 α 는 차단 3에서 몰이3, 그룹 β 는 포위에서 몰이3과 회피1으로 그룹의도가 변경된다. 그룹 α 의 제안을 그룹 β 가 받아들이면 전체이익($f_{group \alpha} + f_{group \beta}$) 과 그룹 α 의 이익 $f_{group \alpha}$ 은 증가하나 그룹 β 의 이익 $f_{group \beta}$ 은 감소하게 된다.



(그림 4) 수직 조절
(Fig. 4) vertical coordination

유지부분과 참여 부분의 선택은 협력 요청 그룹의 흑의 상대위치로 결정한다. 자신의 흑 보다 북동쪽에 위치하면 남쪽, 서쪽 백 에이전트, 북서쪽에 위치하면 남쪽, 동쪽, 백 에이전트 남서쪽에 위치하면 북쪽, 동쪽 백 에이전트, 남동쪽에 위치하면 북쪽, 서쪽 백 에이전트가 유지부분이 되고 다른 쪽은 참여부분이 된다. 유

지부분의 두 에이전트는 현 상황(상대 혹은 위치)에서 major 요소가 되고 두 에이전트의 유지관계를 갖게 되 분리하여 생각할 수 없다. 유지부분을 제외한 나머지 방향의 에이전트가 참여부분이 되고 minor 요소가 된다.

협력하는 두 그룹간 위치를 조정하기위해 유지부분은 제약을 가하고 참여 부분은 조건을 완화하여 혹은 에이전트를 차단할 수 있는 위치로 이동한다. 이때 참여 부분은 상대 혹은 에이전트의 위치까지 완화하며 상하의 위치를 조절하는 수직조절(vertical coordination)과 좌우의 위치를 조절하는 수평조절 (horizontal coordination) 을 수행한다. 참여부분이 협력범위 안에서 자율행동 하는 범위는 협력 도중 자신의 혹은 막으려 돌아올 수 있는 거리 내이다. 자신의 혹은 좌표(x, y), 참여부분 백 좌표 (x, y) 일 때 수평 조절 시 $|x - x'| > |y - y'|$, 수직 조절 시 $|y - y'| > |x - x'|$ 의 범위이다.

4. 실험 및 평가

먼저 그룹간 협력의 필요성과 중앙 통제적인 제어와 지역 자율적인 제어의 영향을 평가하기 위해 도망자(혹 에이전트) 2, 추적자(백 에이전트) 8 인 환경 (이하 흑백28(BW28)) 과 도망자 2, 추적자 7 인 환경(이하 흑백27(BW27)) 에서 실험하였다. 각각의 환경에서 에이전트 단위 협력, 그룹 단위 협력, 그룹의도를 사용한 협력으로 분리하여 실험하였다.

에이전트 단위 협력(AGT)의 조건은 백 에이전트가 흑 에이전트의 빈 분면을 찾아가는 규칙, 두 흑 에이전트 중 가까운 에이전트를 추적하는 규칙, 추적하던 흑 에이전트를 잡으면 목표를 변경하는 규칙을 적용하였다. 그룹단위의 협력(GRP)의 조건은 초기에 가까운 거리에 있는 흑 에이전트를 기준으로 그룹을 정하고 구성원의 수를 최대 4 로 제약한다. 구성원의 변경은 거리가 흑 에이전트와의 거리가 3 이상으로 한정하였다. 그룹의도를 사용한 협력(GINT)은 본 연구에서 제시한 그룹의도 계층 구조를 사용한다.

자원이 부족한 흑백27 상황에서는 GINT의 성능이 뛰어나 그룹간의 밀접한 협력이 절대적으로 필요함을 보여주고 있다. 자원이 풍족한 흑백28 실험에서는 그룹간의 협력보다는 초기의 정확한 역할 분담이 성능의 중

〈표 2〉 흑백 28 실험
〈Table 2〉 BW 28 test

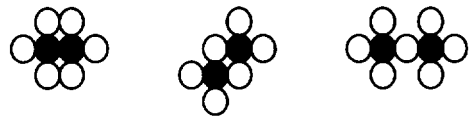
	AGT	GRP	GINT
포위율(%)	27	30	52
평균스텝	22	21	13

〈표 3〉 흑백 27 실험
〈Table 3〉 BW 27 test

	AGT	GRP	GINT
포위율(%)	37	52	55
평균스텝	20	13	14

요 결정 요인이다.

흑백28, 흑백27 실험에서 AGT, GRP의 값은 자원이 충분한 상황에서는 그룹의 중앙 통제적인 제어가 중요함을 보여주고 있다. 두 실험 모두에서 AGT 의 성능은 저조한데 지역적인 자율성이 너무 강조되어 전체적인 목표 성취에는 도움이 되지 않았다. 흑백27 실험에서 AGT, GRP의 스텝수가 많은 것은 협력에서 그룹간의 거리를 고려하지 않았기 때문에 목표 수정에 시간이 많이 소요되고 있다. 흑백 27의 실험에서 백 에이전트 수가 부족해도 좋은 성능을 내는 것은 협력에 의해 그룹 5와 같은 최적 협력 구조를 만들 수 있기 때문이다.



(그림 5) 최적 협력구조
(Fig. 5) best cooperation structure

멀티에이전트 환경상에서 에이전트 그룹간의 협력을 증진시키기 위해서는 환경의 변화에 따라 그룹이 재구성 되고 변화의 특징에 따라 전략을 선택하여 수행할 수 있는 함축적이고 적응력 있는 그룹제어 기준이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 기존의 제어 기준인 자료, 목표가 아닌 그룹의도를 사용하여 일반화된 전략의 표현을 수용하였다. 또 그룹의도들간의 관계를 사용하여 그룹의도 계층구조를 구성하였다. 이 계층 구조에서 자원, 정보, 협력상황에 따라 그룹의도들간의 전이가

가능하도록 수직, 수평, 내부이동의 운영기준을 제안하였다. 이로 인해 그룹 구성원들의 재구성, 이들간 합의 관계 변경을 위한 제어가 그룹 수준에서 가능하게 되었다. 또 협력 시 그룹내의 구성원도 협력관련 부분과 비관련 부분으로 나누어 분리운영 하였으며 그룹의도 뿐만 아니라 의도들간의 관계를 이용한 제어를 시도하였다. 그룹간의 협력 점의 선정도 변화를 수용할 수 있도록 먼저 협력범위를 정한 뒤 환경에 대한 그룹 이익합수를 사용하여 변화에 따라 수렴하도록 하였다.

이 제안들은 추적게임 상에서 절대협력이 필요한 자원부족 상황과 일반적인 자원충족 상황으로 나누어 실험하였다. 자원충족 상황에서는 그룹의도 계층구조를 사용한 방법이 기존의 그룹 협력을 하는 방법과 차이를 보이지 못해 민감한 협력보다는 역할 분담의 영향이 큼을 보여주었다. 자원이 부족한 상황에서는 충분한 역할 분담이 이루어지지 않아 협력의 필요성이 강조되었고 본 연구에서 제시한 그룹의도 계층구조를 사용한 방법이 기존의 에이전트 단위, 그룹단위의 협력 보다 우수한 결과를 가져왔다. 에이전트 단위의 지역 자율적인 제어만으로는 성능이 좋지 않았고 중앙 통제적인 제어와 적절한 수준에서 결합되어야 했다.

앞으로 그룹의도 계층구조의 성능을 향상시키기 위해서 다양한 전략들을 포함할 수 있는 의도들의 일반화된 표현 연구와 섬세한 상황 변화에도 반응할 수 있는 전이 기준에 관한 연구가 필요하다. 또 그룹의도들간의 관계를 통한 제어 또한 병행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] A.B. Barr and et al., "The Handbook of Artificial Intelligence" Addison Wesley, Vol.IV, 1989.
- [2] A. H. Bond, Les Gasser, "Reading in Distributed Artificial Intelligence", Morgan Kaufmann, 1988.
- [3] E. H. Durfee, V. R. Lesser, D. D. "Corkill, Coherent Cooperation among Communicating Problem Solvers", IEEE Trans. on Computers, No.11, Nov., 1987.
- [4] E. H. Durfee, "Coordination of Distributed Problem Solving", Kluwer Academic Pub, 1988
- [5] E. Werner, "A Unified View of Information, Intention, and Ability", Decentralized AI 2, pp.109-125.
- [6] F. Von Martial, "Coordinating Plans of Autonomous Agents" Springer-Verlag, 1991.
- [7] H. E. Pattison et al, "Instantiating Descriptions of Organizational Structures", Distributed Artificial Intelligence, Pitman, pp. 59-95, 1987.
- [8] K. Konolige, M. Pollack, "A Representation-alist Theory of Intention", IJCAI-93, pp.390-395, 1993.
- [9] L. Gasser and et al., "Representing and Using Organizational Knowledge in Distributed AI System", Distributed Artificial Intelligence II, Pitman, pp.55-78, 1989.
- [10] Maruichi, M. Ichikawa, M. Tokoro, "Modeling Autonomous Agents and Their Groups" Decentralized AI, pp.215-234, 1990.
- [11] M. P. Georgeff, A. S. Rao, "The Semantics of Intention for Rational Agents", pp.804-710 IJACI-95, 1995.
- [12] M. P. Singh, "Group Intentions", in 10th Workshop on Distributed Artificial Intelligence, Oct., 1990.
- [13] R. Smith, R. Davis, "Framework for Cooperation in Distributed Problem Solving" IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics (SMC), Vol.11, No.1, Jan., 1981.
- [14] R. Wesson, "Network Structures for Distributed Situation Assessment", IEEE Trans. on SMC, Vol.11, No.1, pp.5-24, Jan. 1981.
- [15] T. Balch, R. C. Arkin, "Motor Schema-Based Formation Control for Multiagent Robot Team", ICMAS-95, pp.10-16, 1995.
- [16] T. Bouron and et al., MAGES : A Multiagent Testbed for Heterogeneous Agents, Decentralized AI 2, pp.195-214, 1991.



장 영 철

- 1987년 한양대학교 수학과 졸업
(이학사)
- 1989년 건국대학교 대학원 컴퓨터
공학과 졸업(공학석사)
- 1997년 건국대학교 대학원 컴퓨터
공학과 졸업(공학박사)

1996년~현재 경민전문대 전임강사

관심분야: 분산인공지능, 에이전트 시스템, 기계학습



이 창 훈

- 1975년 연세대학교 수학과 졸업
(이학사)
- 1977년 한국과학기술원 전산과
(공학석사)
- 1993년 한국과학기술원 전산과
(공학박사)

1977년~1980년 고려시스템(system engineer)

1980년~현재 건국대학교 컴퓨터 공학과 교수

관심분야: 인공지능, 전문가시스템, 에이전트 시스템, 정보검색