

분산 모바일 환경에 적합한 멀티 에이전트 시스템 개발

유성주*, 이성재*, 조영임**, 김유신*
*부산대학교 전자공학과, **평택대학교 컴퓨터공학과

Multi Agent System for Distributed Mobile Environment

Sung-Ju You, Sung-Jae Lee, Yoo-Shin Kim
Dept. of Electronic Engineering, Pusan Nat'l University
Young-Im Cho
Dept. of Computer Science, Pyeong Taek University

요 약

멀티 에이전트 시스템은 여러 개의 에이전트들이 상호 협동해서 효율적으로 하나의 문제를 해결하는 것을 말한다. 우리는 멀티 에이전트 개발도구인 DECAF 에이전트 프레임워크를 사용하여 분산 모바일 환경을 고려한 멀티 에이전트 시스템을 개발하였다. 본 논문의 시스템은 현재 보편화된 모바일 환경에 적용시킬 수 있도록 크게 클라이언트 측과 프레임워크 군으로 분리시켜 개발하였고, 해당 시스템을 여행 스케줄링 문제 영역에 적용시켜서 구현해 보았다.

1. 서론

인터넷과 네트워크, 무선 통신 기술의 발달은 기존에 한 시스템에서 처리하기 어렵던 문제들을 해결할 수 있게 하고 있다. 중앙 집중적이고 고립된 시스템에서 해결할 수 없던 문제들을 분산 환경에서 처리함으로써 시스템의 부하와 작업 효율을 높일 수 있는 것이다. 이러한 환경에서 문제해결은 하나의 작업을 관련성 있는 여러 개의 작업으로 나누어서 각각의 처리 프로세서가 상호작용을 통해 최종의 결과를 산출하는데 있다. 분산 AI 에서는 이러한 상호작용과 문제해결을 멀티 에이전트 시스템에 기반을 두어 접근하고 있다.[1]

멀티 에이전트 시스템은 여러 개의 에이전트들이 상호 협동해서 하나의 문제를 해결하는 것을 말한다. 물론 각 에이전트는 공통의 업무를 나누어서 수행할 수도 있고, 각기 다른 일을 맡아서 처리한 후 그 결과를 분석하여 문제를 해결할 수도 있다. 다시 말해서 동일한 기능을 수행하는 양적 다수의 에이전트의 집합이 아니라 개별 에이전트 간의 작업 관련성을 가지고 상호 작용하는 에이전트 집합을 말한다고 할 수 있다.

현재 이러한 멀티 에이전트 시스템을 구축하기 위한

다양한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 에이전트 개발도구 중의 하나인 DECAF[2]를 이용하여 멀티 에이전트 환경을 구축하고 여행 일정 시나리오를 도메인으로 설정하여 적용해 보았다. 그리고 우리는 기존의 DECAF 에서 다루지 않은 모바일 환경에 우리가 구축한 멀티 에이전트 시스템을 적용 시켜보고자 한다. 즉, 본 논문은 현재 보편화된 모바일 환경에서 효율적인 동작을 할 수 있는 멀티 에이전트 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

2. 멀티 에이전트 시스템

본 논문에서 제안하고 있는 모델은 모바일 환경을 고려한 멀티 에이전트 시스템이다. 지금까지 연구되어진 대부분의 멀티 에이전트 시스템은 모바일 환경을 고려하지 않고 에이전트 상호간의 조정과 협력, 문제 해결에 초점을 맞추고 있다. 대표적인 멀티 에이전트 시스템으로는 "DAMAS", "OARS", "MAGMA"[3-5] 등이 여러 대학에서 연구되고 있다. 이 장에서는 모바일 환경으로 시스템 확장이 용이한 University of Massachusetts 에서 연구되어진 BIG, MASS 시스템의 특징을 언급하고, 본 논문에서 멀티 에이전트 시스템을 구축하는데

이용되어진 멀티 에이전트 개발도구인 DECAF에 대해 설명한다.

2.1 BIG

BIG(Bounded Information Gathering System)은 UMASS에서 연구된 이질적 정보 소스로부터 사용자의 요구사항을 cost, quality, constraint 로 세분화시켜 분산 문제 해결방식으로 협력적으로 정보를 획득하는 에이전트 시스템이다.[6] BIG은 내부적으로 여러 에이전트들이 동작하지만 각 에이전트의 처리과정이 병렬적이 아닌 순차처리 방식이므로 단일 에이전트 형태이다. 또한 새로운 에이전트 생성과 생성된 에이전트끼리의 상호 협상과 조정 과정이 없으므로 에이전트들 간의 자동성이 결여되었고 비모바일 환경에서 동작하는 시스템이라는 한계가 있다.

2.2 MASS

MASS(Multi-Agent System Simulator)는 BIG을 연구했던 UMASS에서 기존의 BIG 시스템에서 지적된 에이전트들의 순차적 처리문제를 해결하고 멀티 에이전트 환경을 구축하여 실험한 시뮬레이터이다.[7] 멀티 에이전트 시스템으로 동작하지만 각 에이전트가 Problem Solver를 가지고 있는 중앙 집중적 구조를 채택하고 있기 때문에 분산 모바일 환경에 적용하기에는 맞지 않는다는 문제점과 사용자가 쉽게 다룰 수 있는 외부 인터페이스를 갖추지 못하고 있다.

2.3 DECAF

DECAF(Distributed Environment Centered Agent Framework)는 지능적 에이전트를 신속하게 설계할 수 있는 소프트웨어 개발도구이다. DECAF는 에이전트 통신, Planning, Scheduling, Monitoring, Coordination, 진단, 학습 등을 평가하고 생성하기 위한 모듈화된 플랫폼을 제공하는 등 에이전트 운영체제 역할을 하는 소프트웨어 도구이다. 또한 DECAF는 스스로 소켓 프로그램을 생성하고 메시지를 포맷하여 에이전트 통신을 수행하는 build block을 제공하므로 사용자나 프로그래머는 API 접근 방법에 대한 지식이 없이도 에이전트를 생성할 수 있는 장점을 제공한다. 따라서 프로그래머가 직접 통신코드를 작성할 필요가 없다. 다시말해서 DECAF 구조에서는 메시지를 보내고 다른 에이전트를 검색하고 상호작용 하는 프로토콜(KQML)을 자동적으로 생성한다.

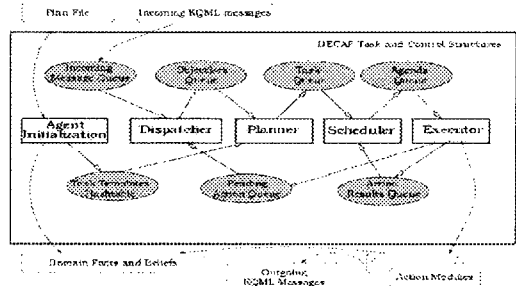


그림 1. DECAF 구조

이와같이 DECAF를 이용하여 멀티 에이전트 시스템을 구축함에 있어 장점으로는 에이전트 상호간의 조정, 중개, 협력, 전략 등을 태스크 분할과 처리에 반영하고 있다는 것이다. DECAF에서는 에이전트가 처리해야할 각각의 태스크를 GPGP알고리즘을 반영한 TAEMS 구조를 이용해 분할 처리 하고 있다.

2.3.1 GPGP

GPGP(Generalizing PGP)는 초기에 멀티 에이전트 조정 알고리즘으로 제안된 PGP(Partial Global Planning)[8]을 확장한 것이다.[9] 에이전트 상호간의 중복작업을 줄이기 위해 발생한 과도한 통신문제와 그로 인해 발생한 시스템의 오버헤드를 감소시키는 것과 특정 멀티 에이전트 시스템이 도메인 영역에 종속적이지 않게 하는 것이 GPGP의 요점이다. 결론적으로 GPGP는 서로 다른 기능을 가지는 이질적 에이전트로 구성된 멀티 에이전트 시스템의 구성을 가능하게 하였다.

2.3.2 TAEMS

GPGP 이론을 바탕으로 사용자가 요구한 전체 태스크를 분할하여 자료구조화 시킨 것이 TAEMS(Task Analysis, Environment Modeling and Simulation)이다.[10]

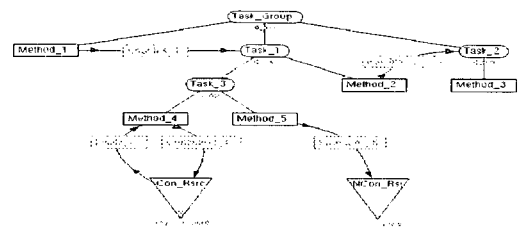


그림 2. TAEMS 태스크 구조

그림2는 TAEMS 태스크 구조를 표현한 것이다. 제일 위쪽의 루트 태스크는 작은 서브 태스크로 분류할 수

있고 서브태스크는 더 이상 분해할 수 없는 메소드(method)로 분해 된다. 가장 밑에 있는 leaf node는 메소드의 역할을 하는데 각 에이전트가 실질적으로 수행하는 행동을 나타내는 것이다. DECAF는 에이전트가 수행해야 할 전체 태스크를 TAEMS 라는 자료 구조를 형성함으로써 전체 시스템의 목표를 수행해 나간다. 본 논문에서도 여행 스케줄링 시나리오의 전체 태스크를 분할, 처리하는데 TAEMS를 이용하여 자료구조화 시켰다.

3. 멀티 에이전트 시스템 제안

기존 DECAF를 이용한 멀티 에이전트 시스템에서는 외부 네트워크 환경을 고려하지 않았다. 향후 인터넷과 같은 네트워크 환경에서 에이전트의 효율성이 증대된다고 생각할 때 모바일적 환경요소는 시스템에서 반드시 고려해야 할 부분이다. 본 논문에서는 DECAF를 사용하여 모바일 환경에 적용할 수 있도록 전체 시스템을 구성하였다.

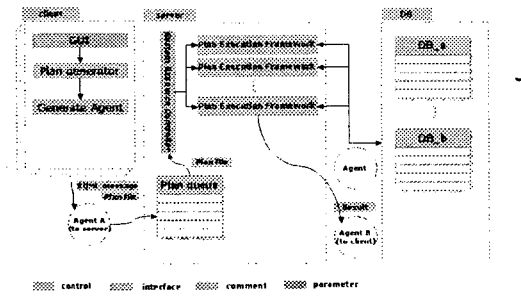


그림 3. 전체 멀티 에이전트 시스템 구조

그림3은 본 논문에서 제안한 모바일 환경을 고려한 멀티 에이전트 시스템의 전체적인 구조이다. 시스템의 전체 구성은 첫 번째로 사용자의 시나리오를 입력하고 플랜(Plan) 파일을 작성하는 클라이언트 부분과 두 번째로 해당 플랜 파일을 실행하는 프레임워크 부분, 마지막으로 각 에이전트가 검색할 DB 부분으로 나누어져 있다. 그림3에서 에이전트 A는 사용자가 작성한 플랜 파일을 가지고 프레임워크로 전송하는 기능을 담당한다. 에이전트 B는 입력된 시나리오에 맞게 생성된 에이전트가 사용자의 요구사항을 해당 DB에서 검색하여 결과를 사용자에게 반환하는 역할을 담당한다. 즉 기존의 DECAF 환경에서는 사용자가 플랜 파일을 작성하여 해당 프레임워크에서 처리하는 과정이 하나의 시스템에서 이루어졌지만, 본 논문에서 제

안하는 모델은 각 구조가 분산되어 있는 네트워크 환경을 고려하여 플랜 전송과 결과의 반환을 담당하는 에이전트 A, B를 각각 두었다. 표1은 기존의 DECAF 환경과 제안 모델과의 비교이다.

표1. DECAF환경과 제안모델의 환경 비교

구분	기존 DECAF 환경	제안 모델의 적용환경
작동 환경	Stand-alone	Distributed/Network
기능 모듈	통합	분리

4. 여행 스케줄링 시나리오의 구현

앞에서 제안한 시스템에 적용하기 위해 에이전트 시스템을 이용한 간단한 여행시나리오를 구현하였다.

(1) 시나리오 개요

A는 회사 업무차 1박 2일의 일정으로 서울로 떠나게 되었다. 세부 일정은 00일 오후 1시 까지 서울에 도착하여 바로 점심을 먹은 후 오후에 업무를 보고 현지의 호텔에 하루 투숙하여 1박을 하고 다음날 부산으로 돌아올 계획이다. 이때 에이전트를 이용하여 여행 및 숙박에 필요한 정보를 제공받고자 한다. 시나리오 상의 제약 조건은 목적지, 도착시간, 호텔 및 식당의 예약 가능 여부, 경비 등을 설정하였다. 에이전트의 작동은 기본적으로 정보의 수집 및 예약 기능만을 수집하도록 간소화 되었으며, 태스크도 이에 맞게끔 디자인 되었다. 네트워크 프레임워크군에 속한 개별 프레임워크는 DECAF 모델을 그대로 사용하였다.

(2) TAEMS 트리 구조의 생성

에이전트가 수행하게 될 하위 태스크(subtask)는 다음과 같은 네 가지로 가정하였다.

- ① *행선지의 교통편 확인/ 예약*
- ② *도착 후 식사를 위한 레스토랑 예약*
- ③ *업무를 위한 브리핑 자료 출력*
- ④ *호텔 예약*

①~④의 태스크를 TAEMS 구조를 통해서 구조화 하면 각각 다음과 같다.

- ① Go-to-Seoul
: 항공, 기차, 버스 중 한 가지를 선택하여 교통편을 예약하는 업무를 담당한다.
- ② Reserve-restaurant
: 레스토랑 예약을 담당한다.

보다 모바일 환경에 알맞게 개량하는 데 있다.

editors, *Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups*. AAAI Press/MIT Press, 1996. Forthcoming

[참고문헌]

- [1] Gerhard Weiss, *Multiagent Systems - A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence-*, MIT press, 1999
- [2] John Graham and Keith Decker, *Towards Distributed, Environment Centered Agent Framework*, Appearing in "Intelligent Agents IV, Agent Theories, Architectures, and Languages," Springer-Verlag, 2000. Nicholas Jennings, Yves Lesperance, Editors
- [3] Chaib-draa, B. and P. Levesque, "Hierarchical Model and Communication by Signs, Signals and Symbols in Multiagent Environments", *Journal of Experimental and Theoretical AI*, 8, 7-20, 1996.
- [4] Bernard T. Barcio, Srinivasan Ramaswamy, K. Suzanne Barber, "OARS: An Object Oriented Architecture for Reactive Systems", *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA-95)*, 1995-05-21, published
- [5] J. Sichman and Y. Demazeau. On Social Reasoning in Multi-Agent Systems. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Special Issue on Development of Multi-Agent Systems*, n°13, pp. 68-84, AEPIA, Madrid, Spain, Summer. 2001
- [6] Victor Lesser, Bryan Horling, Frank Klassner, Anita Raja, Thomas Wagner, Shelly XQ Zhang, "BIG: A Resource-Bounded Information Gathering System", *Umass technical report 1998-03*
- [7] V.Lesser et al. The UMASS intelligent home project. Submitted to *Agents99*.
- [8] Edmund H. Durfee, Victor R. Lesser. *Partial Global Planning: A Coordination Framework for Distributed Hypothesis Formation*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1991.
- [9] Keith S. Decker, Victor R. Lesser. *Generalizing the Partial Global Planning Algorithm*. *Intelligent Cooperative Information Systems*, 1(2), pp. 319~346. 1992.
- [10] Keith S.Decker. *Task environment centered simulation*. In M. Prietula, K.Carley, and L.Gasser,