

# 서비스 조정과 메시지 교환 기법을 이용한 투어 스케줄링 에이전트 시스템

이태경\*, 백성진\*

\*동국대학교 컴퓨터멀티미디어학과

e-mail : [tklee@dongguk.ac.kr](mailto:tklee@dongguk.ac.kr), [eriman@dongguk.ac.kr](mailto:eriman@dongguk.ac.kr)

## Tour Scheduling Agent System Using Service Coordination and Message Exchange Technique

Taekyung Lee\*, Sungjin Beck\*

\*Dept. of Computer Science & Multimedia, Dongguk Univ.

### 요 약

본 논문은 멀티에이전트 환경에서 에이전트간의 지식 이종성과 통신 가능성 분산 제어의 방법에 중점을 두고 협동을 위한 정보를 KQML을 통하여 메시지를 전달한다. 항공사, 숙박업소, 설명 정보를 제공하는 에이전트들로 구성하여 조정 에이전트로 하여금 다른 에이전트가 필요한 정보를 주는 투어 스케줄링 에이전트 시스템을 구현하여 여행 준비자들이 자유 투어 스케줄링을 계획하는데 필요한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 1. 소 개

인공지능은 사람이 하면 더 잘 할 수 있는 것을 컴퓨터로 처리할 수 있도록 하는 연구로서 단순한 모델과 이론에서 부터 연구되어 현재는 지능시스템을 구현하는 분야로 까지 발전하였다. 인공지능에서 에이전트는 데이터베이스나 운영체제 또는 전산망연구 등의 기존 컴퓨터 연구 분야에서 사용하기 시작하였으나, 인터넷과 웹의 급속한 확장과 더불어 웹기반 소프트웨어 에이전트의 출현으로 정보검색 분야에 적극적으로 에이전트 연구가 촉진되었다. 이는 단일 에이전트를 사용하는 검색엔진부터 시작해서 여러 개의 에이전트를 사용하는 멀티 에이전트로의 발전을 가져왔다[8]. 에이전트는 기본적으로 에이전트 엔진, 영역 지식(Domain Knowledge), 통신모듈 등으로 구성된다. 멀티 에이전트에서 통신의 주된 목적이 다른 에이전트와의 협동(cooperation)을 통한 문제해결이라고 할 때 다른 어떤 에이전트와 정보교환에 대한 조정(coordination)이 중요한 해결문제로 대두된다[3].

그러므로 본 논문은 멀티에이전트 환경에서 에이전트간의 지식 이종성과 통신 가능성 분산 제어의 방법에 중점을 두고 협동을 위한 정보를 전달하고, 조정 에이전트로 하여금 다른 에이전트가 필요한 정보를 주는 투어 스케줄링 에이전트 시스템을 구현하였으며, 개발도구는 Agent Builder 1.4를 사용하였다.

#### 2 에이전트 시스템의 이론 및 연구동향

##### 2.1 이론적 배경 과 시스템 연구 분야

멀티 에이전트 관련 연구의 수행을 위해 ECRC은 이동 서비스 에이전트를 연구 중이다. IBM은 지능형 에이전트는 사용자를 대신하여 연산들을 수행하는 소프트웨어 개체들이거나 또는 약간의 독립성 내지는 자율성을 가지고 있는 프로그램이다. MIT 대학에 Pattie Maes가 있는 미디어 연구실의 Software Agent Group에 의해 자율적인 에이전트가 연구 중이다[8].

## 2.2 멀티 에이전트 시스템의 구조

멀티 에이전트 시스템은 에이전트들 간의 협동을 위하여 조정 에이전트(coordination agent)와 응용 에이전트(application agent)들로 구성되며, 하나의 에이전트가 모든 기능을 다 갖출 수는 없으므로 자신이 해결하지 못하는 부분은 다른 에이전트와 협동을 통해서 문제를 해결한다. 그러므로 응용 에이전트들 간의 메시지를 전달하고 각 에이전트의 제어를 수행하는 조정 에이전트를 필요로 한다.

조정 에이전트는 다른 에이전트가 보이는 반응과 정보 등을 수집하고 분석하여 전체 시스템의 효율이 극대화되도록 에이전트들의 기능과 역할 분담을 조정한다. 그러므로 시스템의 전체적인 기능을 하나의 에이전트로 구성하지 않고 각 세부 기능마다 별도의 에이전트를 구성하면, 여러 에이전트의 작업을 효과적으로 결합시켜 최종 목표를 달성할 수 있다[9]. 조정 에이전트의 분류법에는 크게 4가지 방법을 제공한다[3].

- 에이전트의 견고성(agent granularity: coarse vs. fine)
- 에이전트 지식의 이종성(heterogeneity of agent knowledge: redundant vs. specialized)
- 분산 제어(method of distributing control: benevolent vs. competitive, team vs. hierarchical, static vs. shifting roles)
- 통신 가능성 (communication possibilities: black board vs. messages, low-level vs. high-level, content)

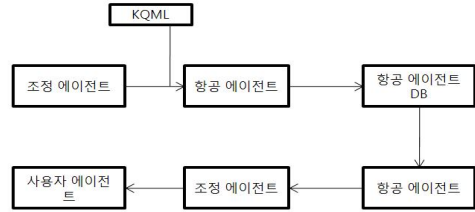
## 3. 투어 스케줄링을 위한 서비스 조정과 메시지 교환

### 3.1 서비스 조정 정책

본 논문에서 구현된 투어 스케줄링 에이전트 시스템이 시동되면 조정 에이전트는 응용 에이전트로 부터 메시지를 전달받을 때까지 대기하게 된다. 이 때 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)을 통하여 메시지를 전달받게 되며, 모든 규칙을 검사하여 해당 규칙에 적용되는 메시지가 있다면 메시지를 처리한다[3].

본 시스템의 조정 에이전트의 큰 규칙은 지식 이종성과 통신가능성 분산 제어의 방법을 중점으로 설계가 되었고 이런 조정 정책 에이전트를 통하여 전체적인 시스템의 흐름을 알아 보겠다. 사용자 에이전트에서 항공 관련 정보를 요청할 경우 조정에이전트에서 항공 에어전트로 자신의 지

식 베이스를 KQML을 통하여 항공 에이전트에 정보를 전달 항공 에이전트는 연결된 DB에서 정보를 얻은 후 다시 조정 에이전트에 얻은 정보를 전달하게 된다. 조정 에이전트는 요청한 지식 베이스와 동일 한 경우 사용자 에이전트를 통하여 정보를 보여준다.



[그림 1] 조정의 흐름도

### 3.2 KQML을 통한 메시지 교환

KQML은 정보교환을 위한 메시지포맷으로 송신자, 수신자, 그들의 주소 등 통신과 관련된 요소들을 나열한 통신 계층과 수행어로서 메시지의 성질을 정의하는 메시지계층, 실제적인 메시지가 들어 있는 내용 계층으로 구성되며, Agent Builder 1.4에서 메시지는 KQML Message() 함수로서 제공된다[5].

사용자는 KQML 메시지를 전달하기 위해서 기본적으로 설정해야 되는 인자는 3종류가 있다. KQML Message()의 첫 번째 인자는 수신자를 지정하는 Receiver이다. 수신자는 보통 에이전트 기반 프로그램에서 다른 에이전트에 부여한 이름을 사용한다. 그리고 전달받은 에이전트가 수행해야 할 수행문인 Performative를 지정한다. 실제로 KQML Message에 포함되어 전달될 내용을 지정하는 content를 지정해야 되는데 content는 기본적으로 제공하는 자바의 자료형과 KQML에서 지원하는 형태의 모든 Class, 지식 (VKB) 등을 이용하여 내용을 표현한다. 두 번째 인자인 KQML Message의 송신자(Sender)는 부여하지 않아도 기본적으로 KQML Message()에 의해 에이전트 자신의 이름이 전달된다. 부가적인 KQML Message()에 의해 에이전트 자신의 이름이 전달된다. 부가적인 KQML Message의 인자로는 intreplyTo, replyWith등이 있는데 이를 이용해 KQML Message를 검사하거나 되돌리는 기능을 수행할 수 있다.[5]

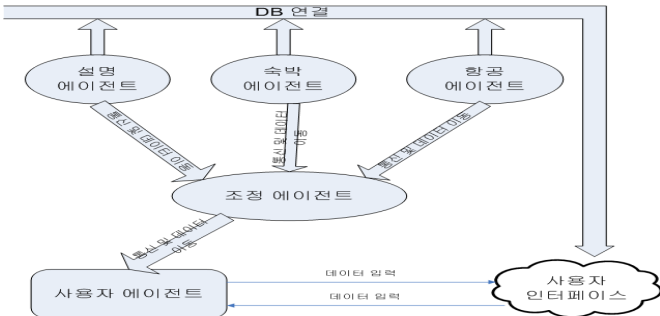
## 4 구현 및 결과

### 4.1 시스템 구성과 통신구조

투어 스케줄링 에이전트 시스템은 Agent Builder 1.4를

도구하였으며, DB는 Oracle 10g로 구성하였고, JAVA1.4.2를 개발 하여 멀티 에이전트 구조로 설계되었으며, 본 논문에서 구성된 조정 에이전트는 항공 에이전트, 숙박 에이전트, 설명 에이전트를 관리하게 된다.

조정 에이전트는 사용자 에이전트의 접속을 기다리며, 사용자 에이전트의 요구에 의해 관리하는 에이전트의 정보를 전달하게 된다. 정보를 전달받은 사용자 에이전트는 자신의 지식에 전달받은 정보를 적용하고 사용자 인터페이스를 실행하는 구조를 지닌다.

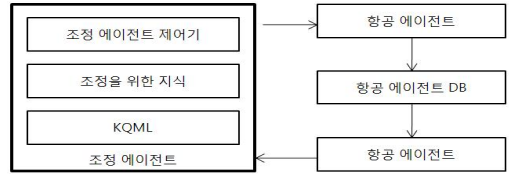
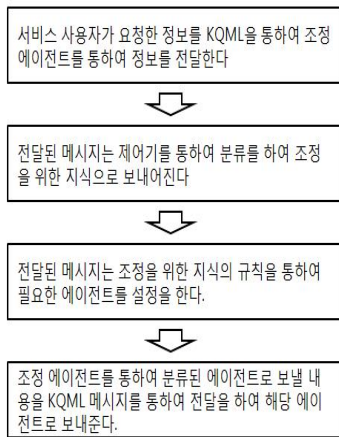


[그림 2] 투어 스케줄링 에이전트 시스템과 통신구조

[그림 2]에서 보인 에이전트간의 메시지교환을 위한 통신은 KQML의 특징으로 인해 한 에이전트에서 다른 에이전트로 메시지 형태로 전달되므로 자신에게 전달된 메시지를 확인하는 규칙이 필요하게 된다.

#### 4.2 조정 에이전트의 설계 구조

본 논문에서는 조정 에이전트의 큰 틀은 통신 가능성과 에이전트 지식의 이중성 분산 제어의 방법 중점을 맞추어서 구현되어 있다. 다음의 [그림 3]에서 조정 에이전트의 내부 흐름을 보였다.



[그림 3] 조정 에이전트의 흐름도

#### 4.3 시스템 전체 시나리오

다음의 시나리오는 투어 에이전트 시스템이 각 항목이 서로 연계되어 지며, 각 에이전트 자신의 서비스 골을 시나리오대로 수행한다.

단계1: 서비스 사용자는 사용자 에이전트를 통해 서비스를 요구한다. (혹은, 사용자의 요구 없이, 서비스 사용자 에이전트 스스로가 유저 패턴을 분석하여 서비스를 요구한다)

단계2: 사용자 에이전트와 조정 에이전트는 서비스가 필요할 경우 항공 에이전트, 숙박 에이전트, 설명 에이전트에게 서비스 검색을 요청한다.

단계3: 조정 에이전트는 스스로, 혹은 필요하다면 하나 이상의 또 다른 요청 에이전트들이나 항공 에이전트, 숙박 에이전트, 설명 에이전트 상호작용하여 결과 값을 얻는다.

#### 4.4 구현결과

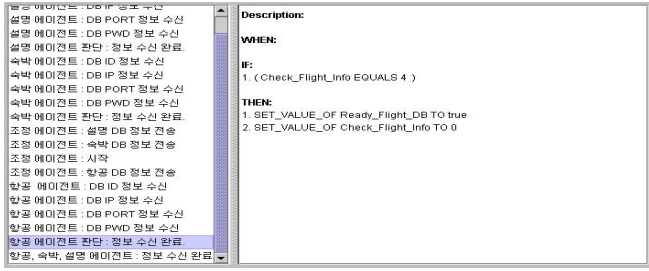
##### (1) KQML 기반의 조정과 메시지 교환방식

조정 에이전트는 KQML을 통하여 항공 에이전트로부터 총 4번의 데이터를 수신하게 되는데, 한번 수신 받은 데이터에 횟수를 부여해 총 4번의 정보를 전달받고 확인이 이루어지면 항공 에이전트에 대한 정보를 변경하게 된다. 항공 에이전트와 같이 숙박, 설명 에이전트도 위와 같은 방식으로 조정 에이전트와 통신을 수행한다. 조정 에이전트는 항공, 숙박, 설명 에이전트와 통신이 이루어진 결과를 상태 값을 통신 완료로 변경하게 된다. 항공, 숙박, 설명 에이전트와 정보 전달이 완료되면 조정 에이전트는 자신의 지식을 서비스 가능으로 변경하게 되고, 사용자의 연결을 수락할 수 있는 상태가 된다. [그림 4]과 [그림 5]에서는 조정 에이전트의 통신 규칙과 여러 에이전트들간의 통신

설명 에이전트	DB ID 정보 수신	Description:
설명 에이전트	DB IP 정보 수신	<b>WHEN:</b> IF: 1 (Ready_Accommodation_DB EQUALS true ) 2 (Ready_Explication_DB EQUALS true ) 3 (Ready_Flight_DB EQUALS true ) <b>THEN:</b> 1 DO SystemOutPrintin ( "모든 에이전트와 통신이 이루어졌습니다." ) 2 SET_VALUE_OF Ready_To_Service TO true
설명 에이전트	DB PORT 정보 수신	
설명 에이전트	DB PWD 정보 수신	
설명 에이전트	DB 정보 수신 완료	
숙박 에이전트	DB ID 정보 수신	
숙박 에이전트	DB IP 정보 수신	
숙박 에이전트	DB PORT 정보 수신	
숙박 에이전트	DB PWD 정보 수신	
숙박 에이전트	DB 정보 수신 완료	
조정 에이전트	설명 DB 정보 전송	
조정 에이전트	숙박 DB 정보 전송	
조정 에이전트	사건	
조정 에이전트	항공 DB 정보 전송	
항공 에이전트	DB ID 정보 수신	
항공 에이전트	DB IP 정보 수신	
항공 에이전트	DB PORT 정보 수신	
항공 에이전트	DB PWD 정보 수신	
항공 에이전트	DB 정보 수신 완료	
항공, 숙박, 설명 에이전트	정보 수신 완료	

[그림 5] 조정 에이전트의 통신 완료 룰

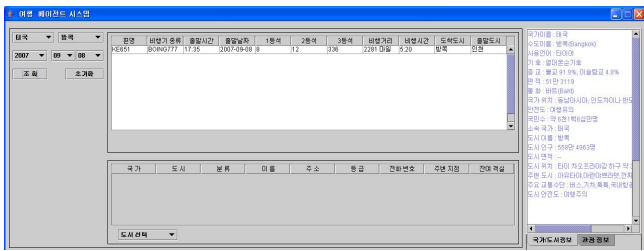
상태를 보인 것이다.



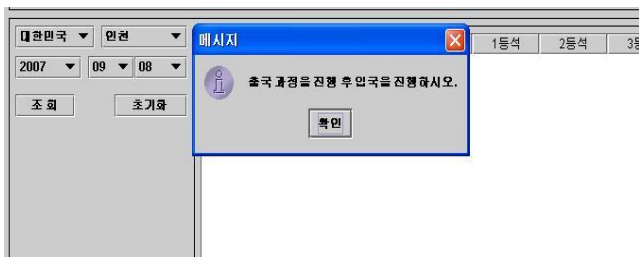
[그림 4] 조정 에이전트의 통신 규칙

(2) 투어 스케줄링 결과

투어 스케줄링은 사용자 인터페이스의 시작화면을 통하여 보여주게 되며, 사용자의 투어 스케줄링은 [그림 6]와 같다. 예를 들어, 사용자가 출국 과정이 진행되지 않았는데 입국 과정을 진행하게 되면 사용자 에이전트는 규칙을 판단하여 그런 과정을 진행할 수 없다는 설명과 함께 규칙에 위배를 되는 경우 [그림 7]과 같이 보여준다.



[그림 6] 사용자 에이전트의 투어스케줄링 결과 화면



[그림 7] 사용자 인터페이스의 규칙 위배

4.5 시스템의 효율성

검색을 위해 멀티 에이전트를 이용한 다중 검색 방식은 하나의 Query 작업동안 다른 Query 작업을 동시에 수행할 수 있는 점에서 훨씬 효율적이다. 각각의 에이전트들은 동기화를 통해 충돌을 방지하며 검색과정에서의 병렬화를 제공한다. [표 1] 을 보면 단일 에이전트 프로그램과 KQML을 이용한 멀티 에이전트의 효율성의 표이다. 평균 검색 시간은 DB의 검색을 한 시간을 말해주고 검색 범위는 검색한 양을 알수가 있다. 결과 시간은 최종적인 여행 스케줄링의

결과 물이 나오는 시간을 알수가 있다. 그리고 에이전트간 통신을 위한 KQML의 사용은 눈으로는 확인하기 힘든 사항이지만 통신 하부 구조로써 사용됨으로써 에이전트간 상호 작용에 있어 에이전트 및 메시지의 확인에 있어 효율성을 보여준다.

[표 1] 단일 에이전트와 제한된 에이전트 시스템의 평균 효율성 비교

	검색 시간 기준비교	검색 범위	결과 시간 기준비교
단일 에이전트	1.25	10개	1.36
제한된 에이전트(기준)	1	28개	1

5. 결론 및 해결할 문제

본 논문에서는 KQML에 기반을 둔 투어 스케줄링 위한 멀티 에이전트 시스템을 구성해 보았다. 본 시스템에서는 사용자의 편의에 맞게 자동 여행 스케줄링을 해주므로 사용자가 원하는 여행 결과를 도출해 낼 수 있었다. 차후 본 시스템에 여행 관련 DB만 연동이 된다면 서비스의 재사용성이 높아질 수 있으며, 또한 이 시스템에 사용자의 추천과 평가가 적용된다면 사용자에게 좀 더 신뢰성 있는 여행 정보를 제공할 수 있게 될 것이다.

[참고문헌]

- [1] 최종민 저, "에이전트의 개요와 연구방향", 정보과학회지 15권 3호, p 7-16, 1997
- [2] 최종민 저, "인터넷 정보가공을 위한 에이전트", 정보처리학회지 4권 5호, p 101-109, 1997
- [3] Peter stone, Manuela Veloso. "Multiagent Systems: A Survey from a machine learning Perspective", Autonomous Robots. 1997
- [4] AGENTBUILDER(User's Guide) Ver 1.4, Acronymics, 2004
- [5] AGENTBUILDER(Reference Manual) Ver 1.4, Acronymics, 2004
- [6] 우용태, 문현정, 김영지 공저, 오라클 중심의 SQL 배움터, 생능 출판사, 2005
- [7] Jon Lewis 외(역자 : 김도형 외) 공저, JAVA 소프트웨어 솔루션, 영한출판사, 2002
- [8] http://www.aistudy.com
- [9] 이태경, 정슬기 "상태 인식에 따른 자율 주행 에이전트 시스템", 25회 한국 정보처리학회 춘계 학술발표 대회 논문집 제 13권 제 1호, 2006.5.