

# 에이전트 기반 시스템을 위한 책임행위 및 제도에 관한 연구

구자록

울산대학교 컴퓨터·정보통신공학부  
e-mail : koorok@ulsan.ac.kr

## A Study on the Commitments and Institutions for Agent-based System

JaRok, Koo

School of Computer Engineering and Information Technology, University of Ulsan

### 요 약

이 논문에서는 에이전트 기반의 시스템에서 책임행위와 제도를 활용한 의사소통의 체계를 구축할 수 있는 방안과 예를 제안한다. 또한 주요 관리요소로서의 제도와 에이전트들간의 상호작용을 모델링하는 책임행위를 가능하게 하는 분산 모델을 제안한다. 이러한 분산 모델을 위해 공급망 관리 시스템을 예로써 설명한다.

### 1. 서론

최근 에이전트 의사 소통 언어(Agent Communication Language: ACL)를 위한 의미론(semantics)을 정의하기 위하여 많은 연구자들이 사회적인 책임행위(social commitment)의 개념을 사용하여 왔다. Singh 과 Colombetti 가 처음 연구를 시작한 이래 여러 관점에서 연구가 진행되어 왔다[1, 2]. 이러한 접근 방법의 주요 장점은 책임행위가 에이전트의 내부 구조에 대해 객관적이고 독립적인 점과 에이전트가 주어진 의미론에 따라 행동하는가를 쉽게 증명할 수 있다는 점이다.

사회적인 책임행위는 상호작용을 하는 에이전트들간의 사회적인 관계의 전개를 표현하는데 사용된다. 즉, 의사소통 행위는 사전에 정의된 공유 법칙에 따라 책임행위를 새로 생성하고, 갱신하거나 취소함으로써 그러한 관계를 변경하기 위한 행위들로 볼 수 있다[3]. 좀더 구체적으로 말하면, 의사소통 행위들은 제도적인 행위들로 볼 수 있는데, 사회적인 실체(Social Reality)의 일부분을 변경하기 위해 하나의 제도 안에서 수행되는 행위들이다[4].

### 2. 기본 개념

#### ① 다중에이전트 시스템

FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agents)[5]와 같은 기구에서 에이전트 체계를 개발하기 위한 모델로서 추상적인 구조를 개발하여 왔다. 비록 그러한 추상적인 구조가 다중 에이전트 시스템(MAS: Multi-Agent Systems)에서의 상호작용을 구현하기 위한 표준 방법을 제공하지만, 그들은 일반적으로 복잡한 프로토콜을 관리하는 방식을 갖고 있지는 못하다. 표준 ACL과 의사소통 프로토콜과는 별개로 다중 에이전트 시스템에서 의사소통을 효율적으로 조직하는 충분한 지원은 없다. 그러나, 현재로서는 다음과 같은 에이전트들의 의사소통을 관리하기 위한 기술을 개발하려는 여러 연구 노력이 경주되고 있다[6]:

- 다중 에이전트의 상호작용에서 의사소통 공간을 최소화하기 위한 정책의 사용,
- 에이전트 사회에서 에이전트들을 위한 법칙을 정하고 상벌을 규정하는 약정의 사용,
- 에이전트들간의 조정을 구성하기 위한 책임행위의 사용,
- 에이전트 사회를 통치하는 제도화된 규범의 규정

이러한 연구는 인위적인 에이전트들이 법칙을 준수하는 구조화된 사회의 한 부분이 될 수 있다는 가정 아래, 역할에 기초한 사회적인 구조에서 다중 에이전

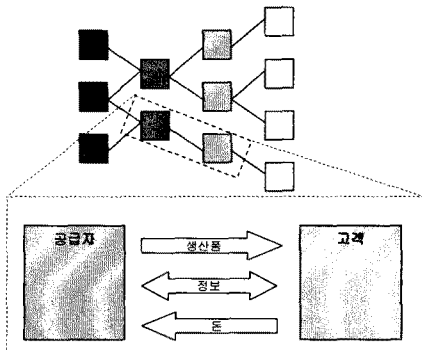
트 시스템을 조직하기 위해 제도와 책임행위의 사용을 위한 접근방법을 제공한다.

**② 공급망 관리 시스템(SCM: Supply Chain Management System)**

공급망은 자원을 구매하고 이러한 자원을 중간 제품이나 완제품으로 제작하여 고객에게 전달하기 위한 조직과 상거래 프로세스들의 네트워크를 말한다. 이 공급망은 생산에서 소비까지의 상품과 서비스를 제공하기 위하여 공급자, 제조공장, 물류센터, 소매 아울렛, 그리고 고객을 연결한다[7].

공급망은 분명히 네트워크 구조를 취하고 있지만, 모듈화된 체계로 나타낼 수 있는데, 그 기본 단위는 공급자와 고객의 상거래 파트너의 쌍으로 되어 있다. 회사는 그림 1 에서처럼 하나의 공급자 또는 하나의 고객 이상을 가질 수 있지만, 파트너에 대한 책임행위로서의 상거래 관계는 공급망에서 다른 행위자들에 대한 회사의 의무에는 구체적인 영향을 미치지 않는다. 따라서, 공급자와 해당 고객 사이의 가능한 책임행위를 분석할 때 다른 구성요소들을 고려할 필요는 없다. 전체적인 공급망에서 책임행위의 영향을 고려할 때는 한 쌍의 상거래 단위 이상을 포함할 수 있도록 영역을 확대한다. 상거래 파트너십은 하나의 채널을 만드는데, 세 가지의 다른 흐름을 볼 수 있다:

- 공급자에서 고객에게로의 **생산품 흐름**: 해당 회사가 소속된 공급망에 따라 자원, 중간제품 또는 최종 제품들로 이뤄져 있다.
- 고객에서 공급자에게로의 **돈의 흐름**: 제품에 대한 지불로 이뤄져 있다.
- 공급자에서 고객에게로 또는 그 역으로의 **정보흐름**: 진행중인 상거래 프로세스의 상태를 알리고 협상하는 데 필요한 정보의 교환이 필요하다[8].



(그림 1) 공급망 구조

**3. 제도와 책임행위**

**① 책임행위(Commitment)**

회사가 상거래 네트워크에서 관계되는 다른 단위들

을 고려하지 않은 임의의 결정을 내린다면, 공급망은 적절하게 작동하지 않고 곧장 허물어질 것이다.

따라서, 회사들 사이에 모든 상거래 네트워크 노드들의 이익과 공급망을 보호하기 위하여 그들의 행동을 제한하는 사회적 계약(Social Contract)으로서의 법칙들이 필요하다. 이러한 법칙은 하나의 회사가 다른 회사들에게 행하는 책임행위와 제도로 볼 수 있는데, 책임행위와 제도의 구성과 관리를 위한 방식의 구현은 공급망에서 에이전트들의 자율성을 다루는 자연스러운 선택일 수 있다[8].

여기서 책임행위는 공급망에서 전체 다중 에이전트 환경에 적용되는 하나의 개념으로 볼 수 있다. 정확히 말하면, 하나의 책임행위는 두 회사 사이의 상거래 관계를 나타내는 에이전트간의 상태를 의미하는데, 이는 하나의 에이전트(피수해자)를, 또 다른 에이전트(수해자)에 대하여 주어진 일정 시간 내에 어떤 행위를 수행하도록 엮는다. 이를 위하여 객체 지향 모델을 적용하며 책임행위를 클래스와 같은 구조로 나타내는데, 각각의 필드는 다음과 같은 해당 정보들로 이뤄져 있다[9]:

**피수해자:** 책임행위의 피수해자에 해당하는 에이전트

**수해자:** 책임행위의 수해자에 해당하는 에이전트

**내용:** 책임행위의 내용을 나타내는 명제

**조건:** 책임행위를 활성화시키기 위한 조건

**상태:** 책임행위의 상태

하나의 책임행위의 상태는 다음과 같은 여러 상태 중 하나에 해당된다:

**상태미정:** 일반적으로 하나의 에이전트는 또 다른 에이전트에 대해 책임행위를 허용하지 않는데, 피수해자 에이전트로서 책임행위를 생성하지 않는다. 그 대신 책임행위를 요구할 수는 있다. 이러한 요구를 사전 책임행위라고 부르는데, 이 책임행위의 상태는 미정이다.

**대기상태:** 사전 책임행위가 받아들여진다면, 해당 피수해자는 책임행위를 수행하려고 하는데, 이때의 상태가 대기상태이다.

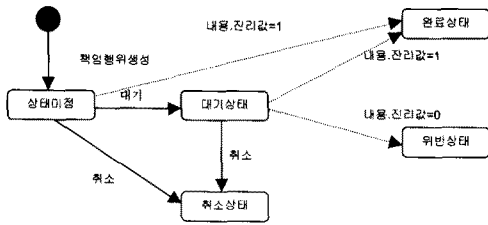
**활성화상태:** 피수해자가 책임행위를 수행하며, 책임행위의 내용에 의해 표기된 것을 완수해야 한다.

**완료상태:** 피수해자인 에이전트는 책임행위의 내용에 해당하는 작업을 완성하면 책임행위는 완료상태가 되며, 그 에이전트는 의무로부터 벗어나게 된다.

**위반상태:** 피수해자가 그 의무를 다하지 못하면 책임행위는 위반상태가 된다.

**취소상태:** 책임행위가 취소되고 더 이상 어떠한 에이전트들에게도 관여하지 않는다.

그림 2는 생성에서부터 완료에 이르기까지 하나의 책임행위의 생명주기를 보여준다.

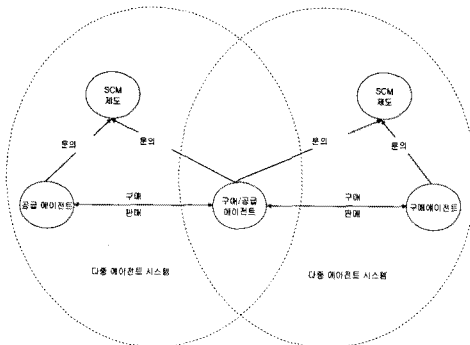


(그림 2) 책임행위의 생명주기

② 제도

Colombetti 의 논문[9]에 따르면 의사소통 행위는 제도적인 행위의 한 종류로 볼 수 있는데, 이러한 행위들은 일련의 관습과 규제의 기반 위에서 가능한 특수한 행위들이다. 에이전트 사회에서 에이전트들이 취하는 행위들은 제도가 정의하는 어떤 규제들의 집합에 의해 강요되는 법칙에 따라야 하는 제도적인 행위들로 볼 수 있다.

그림 3은 다중 에이전트 시스템(예, SCM)에서의 제도들의 예를 보여주고 있는데, 이러한 제도들은 에이전트들이 하나의 특수한 영역에서 행동하는 방법에 대한 제한을 강요하는 규칙들의 집합을 따르는 잘 정의된 조직을 나타낸다.



(그림 3) 제도와 제도적 행위

4. SCM에서 제도를 위한 모델

그림 4는 하나의 SCM에서 제도를 위한 모델의 요소들을 보여주고 있다. 이러한 모델의 주요 성질은 분산이다.

제도 에이전트의 주요 목표는 특수한 다중 에이전트 시스템에서 동작하는 데 필요한 모든 정보를 에이전트들에게 제공하는 것이다. 제도 에이전트 구조의 주요 요소는 다음과 같은 요소들로 구성된 코어(Core)이다:

- 다중 에이전트 시스템의 영역에 적합한 책임행위들에 의해 정의된 ACL;
- 감사 에이전트들에 대한 정보;

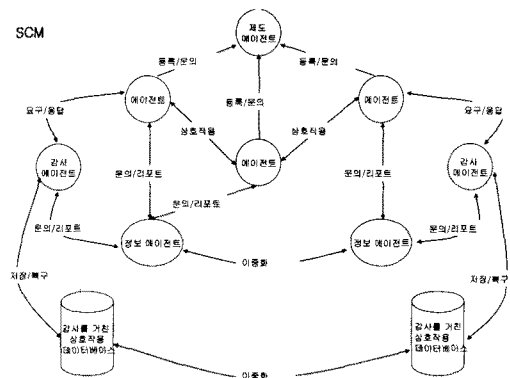
- 에이전트 평판에 대한 문의를 제공하는 정보에이전트들에 대한 정보;
- 다중 에이전트 시스템에 적용 가능한 온톨로지;
- 에이전트들이 등록을 할 때 얻게 되는 역할과 공통의 동작 법칙을 따르는 등록 법칙;
- 다중 에이전트 시스템에서 역할에 대한 가능한 상호작용을 정의하는 상호작용 법칙

에이전트가 다중 에이전트 시스템에 의해 지원되는 SCM에 참여하기 위한 첫 단계는 SCM에서의 법칙을 정의하는 제도 에이전트에 등록하는 것이다. SCM에 등록이 되면 해당 에이전트는 SCM에서 동작하기 위해 필요한 모든 정보와 특수한 역할에 기반을 둔 특수한 역할을 제공받게 된다. 이러한 단계를 마치면 그 에이전트는 다른 에이전트들과 상호작용이 가능하게 된다.

일단 SCM에 들어가게 되면, 해당 에이전트는 작업을 수행하기 위해 다른 에이전트들에 책임행위를 시작할 수 있고, 또한 그러한 작업들을 수행하기 위해 다른 에이전트들에게 그러한 책임행위를 취하도록 요구할 수 있다.

에이전트가 상호작용 프로세스를 시작함에 있어서 에이전트에 요구되어지는 신뢰수준을 갖지 못하는 경우, 감사 에이전트가 상호작용 프로세스에 참가한 에이전트들이 공유하는 책임행위를 감사하도록 감사 상호작용을 요구할 수 있다. 이러한 상호작용에 관한 정보들은 추후 요구될 경우에 대비하여 감사를 거친 상호작용 데이터베이스에 저장된다. 감사 에이전트와 SCM에 존재하는 다른 에이전트들은 정보 에이전트라고 불리는 특수한 에이전트에 접근이 가능한데, 이 에이전트는 SCM 내의 다른 에이전트들에 관한 정보와 평판을 책임지는 에이전트이다. 에이전트들은 그들이 전개하는 모든 상호작용 이전에 정보 에이전트에 문의와 리포트를 할 수 있다.

이러한 구조는 복잡하고 불확실한 SCM에 적합한 형태인데 융통성과 균형을 갖춘 분산시스템을 구현하게 한다.



(그림 4) SCM에서 제도를 위한 분산 모델

## 5. 결론

이 논문에서는 에이전트 기반의 시스템에서 책임행위와 제도기반의 의사소통 체계를 구성하는 방안을 제안하였다. 이러한 문제는 대부분의 상거래 환경이 각각의 고유의 특징과 유동성을 갖기 때문에 유일한 해법이 없다. 이 논문은 또한 주요 관리 요소로서의 제도를 사용하여, 그리고 에이전트들간의 상호작용을 모델링하여 공급망 관리 시스템을 조직하기 위한 방법으로서의 책임행위를 사용하여 분산 모델을 제안하고 있다.

## 참고문헌

- [1] M.P. Singh. " A Social Semantics for Agent Communication Languages" , In Proceedings of IJCAI-99 Workshop on Agent Communication Languages, pp.75-88, 1999.
- [2] M. Colombetti. "A Commitment-based Approach to Agent Speech Acts and Conversations" , In Proc. Workshop on Agent Languages and Communication Policies, 4<sup>th</sup> International Conference on Autonomous Agents 2000, pp.21-29, Barcelona, Spain, 2000.
- [3] M. Verdicchio, M. Colombetti. "A Logical Model of Social Commitment for Agent Communication" , In Proceedings of Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems(AAMAS 2003), pp.528-535, Melbourne, Australia, 2003.
- [4] J. R. Searle. "The Construction of Social Reality" , Free Press, New York, 1995.
- [5] FIPA, FIPA 2000 Specifications, Foundation for Intelligent Physical Agents, <http://www.fipa.org>, 2001.
- [6] Marcos De Oliveira, Martin Purvis, Stephen Cranefield, Mariusz Nowostawski, "Institutions and Commitments in Open Multi-Agent Systems" , Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology, 2004.
- [7] Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon, "Management Information Systems" , 2006.
- [8] Mario Verdicchio, Marco Colombetti, "Commitments for Agent-Based Supply Chain Management" , ACM SIGecom Exchanges, Vol.3, No. 1, pp.13-23, 2002.
- [9] Marco Colombetti, Nicoletta Fornara and Mario Verdicchio, "The role of institutions in multiagents systems" , Proceedings of the Workshop su agenti per la rappresentazione della conoscenza ed il ragionamento (Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale - AIIA'2002), Italy 2002.