

긴급 구조 시스템에서의 경쟁적 협상 모델

이준규* 김지환* 양정진**

가톨릭 대학교

{take1996, bangga486, jungjin}@catholic.ac.kr

A Competitive Negotiation of Emergency Search And Rescue System

Junkyu Lee* Jihwan Kim* Jungjin Yang**

The Catholic University of Korea

요 약

지금까지의 재난대책이 대응 및 복구에 초점이 맞춰져 있었다면, 앞으로는 첨단시스템을 이용해서 재해경감 체제를 갖추기 위해서 다양한 노력이 시도되고 있고 이를 위한 연구와 프로젝트가 활발히 이루어지고 있다. 본 논문에서는 긴급구조 시스템의 지능화 핵심인 분산 에이전트의 동작에 관한 방법론을 제시하고자 한다. 분산 에이전트중의 하나인 Broker를 긴급구조 시스템의 중심으로 내세워 자치적인 프로세스를 이용해 상황을 인지하고 그에 따라 최적의 신속하고 합리적인 서비스가 사용자에게 제공되도록 서비스 제공자들과 협상을 전개한다. 보다 효과적인 시스템 구현을 위하여 온톨로지를 이용한 상황인지와 협상 모델을 제시하고자 한다.

1. Introduction

이미 다양한 분야에서 시스템의 지능화를 위한 여러 가지 일들이 실행되고 있음에도 불구하고 아직 국내의 '긴급구조 시스템'은 이러한 세계적 추세에 미치지 못하는 상황이다. 따라서 본 논문에서는 여러 개로 분산되어 있는 시스템과 장비, 신고센터의 통합을 위한 온톨로지의 필요성을 제시하고 여러 가지 시스템에서 얻어진 정보를 효율적으로 사용하고 행동할 수 있는 자동화된 협상절차를 제시하고자 한다.

2. Broker-분산 환경의 관리자

재난관리구조체계는 기획, 지원, 예방, 준비/대응, 복구, 교육훈련, 홍보, 긴급구조 등을 모두 수용할 수 있도록 구축되어야 하며 재난을 보고하는 데 그치지 않고 피해를 최소화하는 역할을 수행 할 수 있는 현장대응시스템이 되어야 한다. 선행연구로 진행된 '긴급 구조시스템 모델'[1]은 정보의 동시성, 공유 가능성, 지능적인 시스템을 목표로 하고 있다. 따라서 분산 다중 에이전트 시스템으로 모델링 되었으며 기존의 중앙지휘체계는 각 에이전트의 의사결정을 지원하는 시스템으로 동작한다. 또한, 분산된 에이전트들은 실질적인 긴급대응과 지휘, 통제를 위한 시스템의 역할을 수행하게 된다.

3. Broker의 전제요소

Broker의 전제요소들로서 모호성의 제거와 부가 데이터의 통합을 위하여 OWL[6]을 활용하였고 Planing의 목적으로 JAM[2]이 적용되었다.

3.1 OWL

컴퓨터 상호간의 정보처리가 가능하고 컴퓨터가 이해할 수 있는 의미와 관계성을 생성하기 위하여 시스템으로 들어오는 모든 데이터는 그림 1에서와 같이 OWL의 형태인 온톨로지로 맵핑 되도록 한다.

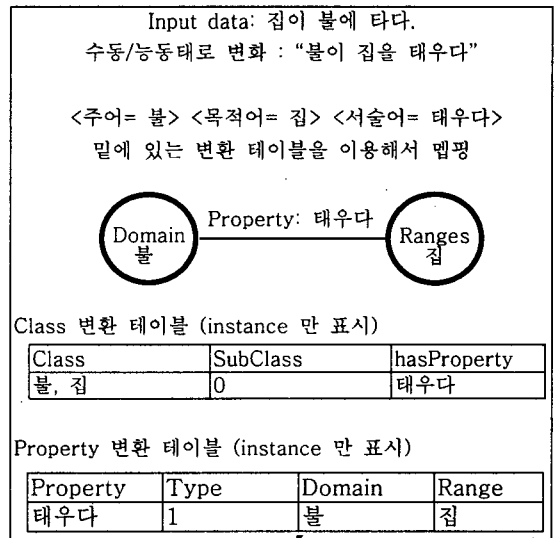


그림 1 인터페이스에서의 변환

인터페이스는 가공되지 않은 데이터를 온톨로지 데이터의 인스턴스로 재구성 하고 Reasoner는 추론을 통하여 데이터의 관계성에 따른 내용을 파악하여 JAM[2]에게 전달한다.

3.2 JAM

JAM[2]은 수집된 정보를 바탕으로 긴급도에 따른 이용 가능한 Plan을 구성하기 위해 사용한 Planning Agent 이다. JAM은 미리 작성된 preference를 근거로 optimal(suboptimal) Plan을 추측하며 이때 preference는 broker와 협상을 통해 긴급 상황에 따른 이용 가능한 자원을 고려한 Plan을 구성하게 된다.

4. 협상 절차

분산 컴퓨팅 환경의 긴급구조 시스템은 각 Broker가 상황을 지휘 통제한다. 다만 기존의 중앙지휘센터에서는 각 Broker가 적절한 상황조치를 취할 수 있도록 결정지원시스템(Decision Supporting System)의 형태로 존재하며 또한 Broker로부터 선 조치 후 보고형태의 보고를 받아 상황을 유지한다. 시나리오에서 서비스의 사용자는 모바일 기기를 통해 구조 요청과 상황 정보를 브로커에게 전달한다.[3] 브로커는 모바일 기기를 통해 사용자의 위치를 파악하고, 사용자의 상황정보를 토대로 상황을 인지(Context-aware)하여 제공할 구조 서비스들을 선택한다. 이때 에이전트 간의 협상은 FIPA의 CNIP를 기반으로 한다. 기존의 추천시스템이나 전자상거래의 협상 모델과 달리 긴급 구조라는 서비스의 특성상 Initiator인 Broker의 이익이 Participant인 Service Provider의 이익에 우선하게 되며, 협상은 사용자에게 적절한 서비스를 제공하는지를 가늠하는 수단으로 사용된다. Broker는 상황인지를 통해 다중 속성의 값과 각 속성에 가중치를 부여하는 과정을 거치고 상황의 긴급도를 책정한다[4]. 이때 희망 값은 사용자에게 제공되는 이상적인 서비스 수준을 나타내는 값이며 협상 허용 값은 최소한의 서비스 수준을 나타내는 값이다. 최초로,

- Broker는 책정된 속성 테이블을 각 Participant들에게 브로드 캐스팅한다.

- Participant들은 전송받은 테이블을 기초로 0부터 1사이의 값인 Utility값을 계산해 응신 한다. 이때 긴급도에 의해 응신의 Deadline이 결정되며 시간을 초과한 Participant들의 Utility값은 0과 같이 취급한다.(실제로 0인 경우와 완전히 같지 않다는 것은 다음 장에 언급할 것이다.)

- Broker는 Utility값이 가장 큰 Service Provider와 계약(contract)을 맺게 된다.

협상 허용 값에 미치는 Participant가 한 곳도 없더라도 일반적인 협상 모델에서와 같이 협상을 결렬시킬 수 없기 때문에 Broker는 협상 허용 값을 확장하고 다시 3단계의 협상을 반복한다. 이때부터는 인접한 다른 Broker도

Participant의 입장으로 협상 모델에 합류하며 루프가 반복될수록 합류되는 Broker의 수도 증가하게 될 것이다.

전적인 사용자 이익의 보장도 때로는 고려되지 않을 상황을 생각해보자. 이러한 상황을 막기 위해 Broker가 협상 이전에 속성 가운데 선택적 속성(Optional Attribute)을 만들 수 있다. 협상을 통한 목적 달성을 위한 Broker의 이익은 MAUT(Multi-Attribute Utility Theory)[5]를 이용하여 표현하였다. MAUT에서 모든 속성 가중치의 합은 1이 되어야 하지만 선택적 속성은 상황에 따라 가중치가 0과 -1사이의 음수로 결정될 수 있으며 이때 나머지 양수의 가중치들의 합이 1로 유지 되어진다.

5. 협상 방법론

Broker는 Context-aware 과정을 통해 협상에 필요한 각 속성에 관한 희망 값과 협상 허용 값, 그리고 가중치를

	도달 시간	가용 인원	동원 장비	의료 장비	해양 구조	산악 장비	헬기 동원
희망값	10분	7명	A	B	0	A	0
허용값	20분	4명	C	D	0	C	0
가중치	0.4	0.2	0.1	0.2	0	0.1	0

【표 1 Broker의 속성 테이블】

산출해낸다. 표1은 속성의 값이 가해진 한 예이다. 가중치는 협상에 있어 각 Broker가 각 속성에 부여한 중요도를 가리키는 값으로 총합은 1이 된다. 협상의 최초에 Broker는 위와 같은 속성 테이블을 각 Service Provider에게 전달하며 Service Provider들은 Utility값을 계산하여 Broker에게 전송한다. Utility 값은 다음과 같이 정의 한다.

$$V^k(X) = \sum_{j=1}^n w_{j,i}^k v_{j,i}^k(x[j_i])$$

여기서 k는 Broker agent.

J = {j₁, j₂, ..., j_n} : 속성 j_i의 집합.

X = {x[j₁], x[j₂], ..., x[j_n]} : 속성 j_i에 대한 제안 집합.

x[j_i] = 속성 j_i에 대한 제안 값

w_{j_i}^k : 속성 j_i에 대한 에이전트 k의 가중치(weight)

$$\left(\sum_{1 \leq j \leq n} w_{j,i}^k = 1 \right)$$

v_{j_i}^k(x[j_i]) : 속성 j_i의 제안 값 (x[j_i])에 대한

Broker의 평가함수 (0 ≤ V_{j_i}^k ≤ 1)

V^k(X) : 제안 집합에 대한 Broker의 Utility

v_{j_i}^k(x[j_i])로 표기된 평가함수는 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{j_i - \text{협상허용값}}{\text{희망값} - \text{협상허용값}}$$

(a) 희망 값이 협상허용 값보다 클 경우

$$\frac{\text{협상허용값} - j_i}{\text{협상허용값} - \text{희망값}}$$

(b) 협상허용 값이 희망 값보다 클 경우

각 속성의 평가함수 값에 각각의 가중치가 곱해져 합한 Utility 값이 Broker에게 전송된다. Broker는 각 Service Provider로부터 전송되어진 Utility값을 비교하여 계약을 맺을 Participant를 선택하게 되는데 가장 높은 Utility값의 Service Provider가 여러 곳일 경우 가장 높은 가중치의 평가함수가 아닌 실제 값을 비교하여 더 높은 Service Provider를 선택하며 해당 속성의 실제 값이 같을 경우 두 번째로 높은 가중치의 속성 값을 비교하게 된다. 다만 Utility값이 1로 같은 경우 어느 쪽이든 사용자에게 충분한 수준의 서비스가 제공 될 수 있으므로 도달시간이 가장 빠른 Service Provider를 선택하게 된다. 선택적 속성이란 상황에 따라 그 가중치가 0과 1사이의 음수의 값을 취할 수 있으며 음수의 값으로 결정 되었을 때 선택적 속성을 제외한 양의 가중치들의 합이 1이 된다. 맨홀에 빠진 부상이 경미한 사용자의 경우를 생각해 보자. 표 2와 표 3은 사용자의 서비스 요청을 받은 Broker가 작성한 속성 테이블과 두 Service Provider들의 제공가능 서비스 수준을 나타낸다. 표에서 보이는데와 같이 Service Provider2는

	도달 시간	가용 인원	동원 장비	의료 장비	해양 구조	산악 장비	헬기 동원
희망값	10분	7명	A	B	0	A	0
허용값	20분	4명	C	D	0	C	0
가중치	0.4	0.2	0.1	0.2	0	0.1	-0.4

【표 2 Broker의 속성 테이블】

	도달 시간	가용 인원	동원 장비	의료 장비	해양 구조	산악 장비	헬기 동원
SP1	15분	7명	B	C	0	C	0
SP2	10분	7명	B	C	0	A	A

【표 3 각 SP의 서비스 제공 수준】

모든 속성에서 Service Provider1보다 우수한 값을 가지고 있으며 만약 무조건적인 사용자 이익 보장을 위해 헬기 동원의 속성에 양의 가중치를 부여해서 두 Service Provider의 Utility값을 계산하면 Service Provider2의 Utility값이 높게 나올 것이다. 하지만 Broker가 상황인지를

통해 음의 가중치를 부여한 경우 두 Service Provider의 Utility값을 계산하면 반대의 결과가 나오게 된다. 가용한 헬기를 보유하고 있다는 긍정적인 요소가 선택적 속성의 음수 가중치에 의해서 오히려 Utility값에 마이너스로 작용해 과도한 사용자 이익이 생기는 것을 막을 수 있게 된다.

7. 결론과 향후 연구 방향

본 논문에서는 긴급시스템에서의 시간긴급도 확보를 위한 다중 속성 협상모델을 제시했다. 계산 복잡도를 낮추면서 사용자에게 적합한 서비스를 선택하기 위해 브로드캐스트(Broadcast) 형태의 다자간 협상 방식을 취했으며 제안의 생성과 양보를 협상의 Initiator인 Broker가 일방적으로 진행하게 된다. 협상 혼잡도 profiling DB를 구축해 혼잡도를 감안한 협상이 이루어지거나 Service Provider들의 자원 향상을 통한 해결방안을 연구되어야 할 것이다. 하지만 재난은 유형이 워낙 다양하고, 따라서 연계기관도 많다 보니 유형별로 표준 업무절차를 마련하고, 각 기관의 업무와 시스템, 정보를 연계·활용하는 작업이 시스템을 구축하는데 가장 큰 걸림돌이 되고 있다. 따라서 이를 극복하기 위해 재난과 관련된 여러 기관의 업무를 파악하고 연계점을 찾는 작업, 우리보다 이 분야에 앞서 있는 선진사례를 벤치마킹하는 작업 등이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] 도승철, 이준규, 김성태, 박수민, 양정진, 위치기반 멀티 에이전트를 활용한 긴급구조 시스템 모델, 한국지능정보시스템학회 춘계, 2004.

[2] Marcus J. Huber, ph.D, "Jam agents in a Nutshell"

[3] Shamimabi Paurobally, Phillip J. Turner, and Nicholas R. Jennings, Automating Negotiation for M-Services, IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS-PART A: SYSTEMS AND HUMANS, VOL. 33, NO. 6, NOVEMBER 2003

[4] 박성현, 양성봉, 다중 속성 협상과 상호 이익을 위한 중개 에이전트 시스템.

[5] Keeney, R. L. and Raiffa, H., Decisions with Multiple Objectives, Cambridge University Press, 1993.

[6] Deborah L. McGuinness, Deborah L. McGuinness, "OWL Web Ontology Language-Overview"