

유사 정보 추출에 기반한
조정 에이전트 모델

A Coordination Agent Model

based on Extracting Similar Information

서강대학교 대학원

컴퓨터학과

양 소 진

차 례

I 서론

II 연구 배경

III 유사 정보 추출을 수행하는 조정 에이전트 모델에 관한 연구

IV 구현 및 실험

V 결론

요 약

본 논문의 목적은 유사도와 강화 학습을 사용하여, 정보를 제공하는 에이전트와 정보를 요청하는 에이전트간의 연결을 매개하는 조정 에이전트(Coordination Agent, Middle Agent) 구현 방식을 제안하는데 있다.

본 논문에서는, 질의 에이전트의 질의와 가장 밀접한 정보를 제공하는 것으로 판단되는 정보 에이전트를 찾는 방안을 제안하고자 한다. 정보 에이전트와 질의 에이전트는 조정 에이전트에 정보를 등록·요청할 때, 조정 에이전트에 이미 존재하는 기본 온톨로지(Base Ontology)에 자신이 제공·질의하는 정보의 상대적 가중치를 함께 등록한다. 조정 에이전트는 질의 에이전트와 정보 에이전트의 가중치를 고려하여 유사도를 구하고, 구해진 유사도를 이용하여 가장 근접한 정보를 제공하는 정보 에이전트를 찾아 연결한다. 가중치를 제공하지 않는 질의 에이전트의 경우에는 강화 학습으로 얻어진 특성 자료를 이용하여 조정 에이전트가 임의로 가중치를 구하고, 얻어진 결과에 대하여 타당성을 검증한다.

***이 연구는 과학 기술부가 지원하는 [뇌 과학 연구 프로그램]에 의하여 지원 받은 것임

I 서론

90년대 중반 이후로 인공 지능 분야에서 에이전트에 관한 연구가 증대되고 있는데, 이것은 사용자 하여금 넘쳐나는 지식의 홍수 속에서 좀 더 합리적으로 정보에 접근할 수 있도록 하기 위한 지능형 에이전트간의 협력에 대한 연구의 필요성이 높아졌기 때문이다.

그런데, 하나의 에이전트가 해결할 수 있는 문제의 양이나 범위에는 한계가 있고, 여러 개의 에이전트가 제한된 시간 내에 한정된 자원을 적절히 활용·배분해야 한다는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 멀티 에이전트 시스템이 제안되었다. 멀티 에이전트 시스템은 각각의 에이전트가 전체의 균형을 유지하면서 각자의 목표를 달성하고, 그 달성된 목표들이 통합되어 전체의 목적을 이루게 된다.

조정 에이전트를 가지는 멀티 에이전트 시스템은 여러 응용 에이전트 사이에 조정 에이전트(coordination agent, middle agent)가 존재하여, 이 조정 에이전트를 통해 응용 에이전트 사이에 메시지 전달이 일어나게 된다. 멀티 에이전트 시스템에서는, 응용 에이전트는 자신의 처리 능력을 단지 조정 에이전트에게만 알리면 되고, 각각의 에이전트에 대한 제어와 통신은 조정 에이전트를 통해 이루어지게 된다.

본 논문은 정보를 제공하는 에이전트와 정보를 요청하는 에이전트 사이에서 목적이 되는 정보가 정확히 일치하지 않을 경우에 대한 처리에 대한 해결 방안으로, 정확한 내용의 정보 요청이 아니더라도 그 정보와 유사한 개념을 가진 정보를 제공하는 정보 에이전트에게 그 정보에 대한 요청을 하는 방안을 제시하고자 한다. 즉, 요청된 정보와 유사도가 높은 개념을 가진 정보, 즉 같은 온톨로지에 속하는 정보를 제공하는 정보 에이전트에게 정보 요청을 하게 된다.

II 연구 배경

1 에이전트간의 용어 사전(온톨로지)

여러 에이전트가 공통의 온톨로지를 사용함으로써, 다형질(heterogeneous)의 시스템과 틀을 이용해서 이루어진 서로 다른 디자인의 에이전트들도, 전역적으로 공유되는 이론 자체에 대한 작업 없이도 서로간의 지식 교환과 통신이 가능해진다. 에이전트 분야에서 전문가 시스템에 쓰이는 지식 베이스도 상호작용 하는 인공지능 에이전트의 등장에 따라서 지식 표현 구조의 호환성이 문제가 되었고, 이에 따라 온톨로지에 관한 연구가 1980년대 중반부터 활발하게 이루어졌다.

실제적으로, 에이전트 사이에서 온톨로지는 주로 질의와 응답을 하기 위한 용어 사전으로 정의되고 있다. 결국, 에이전트 사회에 각각의 개체에 대한 관계를 정의한 온톨로지가 존재함으로써 서로 다른 에이전트간의 질의와 정보 교환이 가능하게 된다.

2 강화 학습과 유사도

2.1 강화 학습

강화 학습은 동적인 환경 하에서 에이전트가 시행 착오(trial and error)를 통하여 스스로 적절한 행동 방식을 학습하는 방법이다. 강화 학습 시스템은 에이전트의 행동의 결과를 평가하여 긍정적인 방향이면 보상(Reward)을 주어 긍정적 강화(Positive Reinforcement)를 시키고, 부정적인 방향이면 처벌(Punishment)을 주어서 부정적 강화(Negative Reinforcement)를 시킨다. 에이전트는 이런 과정의 반복을 통하여 긍정적인 행동 방식을 학습하게 된다.

2.1.1 강화 학습 모델의 구성

강화 학습 모델의 주요 구성은 다음과 같다.

- 환경(Environment) : 강화 학습을 이용하기 위해서는 현재의 환경 상태가 입력으로 주어져야 한다. 환경은 주로 기호 s 로 표기된다.
- 강화 함수(Reinforcement Function) : 에이전트의 행동에 따른 환경 상태의 변화를 입력으로 받아, 시스템의 행동을 평가하고 그 결과에 따라 적절한 강화 신호를 생성하는 역할을 수행한다. 강화 신호는 주로 r 로 표기한다.
- 가치 함수(Value Function) : 현재 환경 상태의 값을 결정한다. 즉 각 환경 상태와 그 상태의 값 사이의 대응 관계를 나타낸다.

2.1.2 Q-Learning

본 논문에서 에이전트는 가치 함수 추정 방법으로 Q-learning 알고리즘을 사용한다. 그 이유는, 다른 강화 학습 알고리즘이 현재 상태에서 선택 가능한 모든 행동에 대한 보상값들을 고려하여 그 상태의 값(state value)을 계산하는데 반하여, Q-learning은 단지 하나의 행동에 대한 상태의 값을 이용하여 학습을 수행하기 때문이다. 따라서 Q-learning은 실시간 온라인 학습에 적합하다.

$Q^*(s, a)$ 를 상태 s 에서 행동 a 를 선택했을 경우의 기대값이라고 했을 때, $Q^*(s, a)$ 는 다음과 같은 재귀적인 표현으로 나타낼 수 있다.

$$Q^*(s, a) = R(s, a) + \gamma \sum_{s' \in S} T(s, a, s') \max_a Q^*(s', a')$$

$R(s, a)$ 는 상태 s 에서 행동 a 를 수행하여 상태 s' 로 전이되었을 경우의 보상 신호 값, γ 는 행동 a 를 선택하였을 경우, 현재 환경에 미치는 영향을 더욱 비중있게 나타내기 위한 상수 값이다. 그리고 $T(s, a, s')$ 는 상태 s 에서 행동 a 를 수행하면 상태 s' 이 되는 전이 함수이다. 따라서 Q-learning의 학습 규칙은 다음 식과 같이 표현된다.

$$Q(s, a) = Q(s, a) + \alpha(r + \gamma \max_{a'} Q(s', a') - Q(s, a))$$

2.2 유사도(Similarity Measure)

두 개의 집합이 정의하는 내용의 차이를 나타내기 위한 개념으로 거리(distance)가 있다. 집합의 거리를 $d(A, B)$ 라고 정의했을 때 유사도는 $|1 - d(A, B)|$ 가 된다. 본 논문에서는 정보 에이전트와 질의 에이전트의 유사도를 구하는 방법으로 Costas P.Pappis 가 제안한 다음의 3가지 유사도를 사용한다.

(1) 교집합과 합집합의 연산을 이용한 유사도
$$S_{A,B} = \frac{\sum_i (a_i \wedge b_i)}{\sum_i (a_i \vee b_i)}$$

(2) 최대차를 이용한 유사도
$$S_{A,B} = 1 - \max_i (|a_i - b_i|)$$

(3) 차와 합을 이용한 유사도
$$S_{A,B} = 1 - \frac{\sum_i |a_i - b_i|}{\sum_i (a_i + b_i)}$$

III 유사 정보 추출을 수행하는 조정 에이전트 모델에 관한 연구

본 장에서는 정확한 내용의 정보 요청이 아니더라도 그 정보와 유사한 개념을 가진 정보를 제공하는 정보 에이전트에게 그 정보에 대한 요청을 하는 방안을 제시하고자 한다. 이 경우, 임의의 정보 에이전트가 연결이 끊어질 경우에도, 그 정보 에이전트의 키워드가 등록되었던 온톨로지 내에, 등록된 다른 정보 제공 에이전트들이 남아있을 때에는, 질의 에이전트의 정보 요청에 또 다른 에이전트가 적절히 대응할 수 있게 되는 것이다.

3.2 가중치 분류

3.2.1 기본 가정

정보 에이전트와 정보 요청 에이전트 사이의 매개를 담당하는 온톨로지의 구축과, 구축된 온톨로지와 각각의 에이전트가 등록하는 가중치 벡터를 기반으로 하여 매칭 하기 위한 기본 가정은 다음과 같다.

- 조정 에이전트는 기본 온톨로지(Base Ontology)를 가진다.
 - 정보 에이전트는 키워드 등록시, 기본 온톨로지에 대한 가중치를 퍼지 벡터로 등록한다.
 - 키워드 집합은 영어 단일 명사 여러 개로 이루어져 있다.
 - 정보 에이전트가 등록한 가중치는 다음 레벨과 같이 분류된다.
- | | | |
|--------------------|--------------|------------------|
| VS : Very Specific | S : Specific | G: General |
| R : Relative | L : Little | VL : Very Little |

<온톨로지 구축의 기본 가정>

정보 제공 에이전트는 조정 에이전트에 정보(키워드)를 등록한다. 키워드는 단일 명사, 또는 단일 명사로 취급되는 복합어 등으로 이루어져 있는데, 본 논문에서는 영어 단어로 이루어진 키워드를 이용한다. 키워드는 조정 에이전트가 중요하다고 판단되는 키워드 순으로 제공되는데, 즉 다음과 같다.

keyword	water, lake, Tahoe, California, America...
---------	--

<미국의 Tahoe 호수에 대한 정보 등록>

이 때, 단지 키워드만을 등록하여 그 자료를 요청하는 에이전트가 있을 때 넘겨주는 식의 단순 작업을 배제하기 위하여, 조정 에이전트가 이미 가지고 있는 기본 온톨로지에 근거하여 자신이 제공하는 자료의 가중치를 구한다. 가중치의 의미는, 정보가 어느 부류에 속하되 어느 정도로 구체적인 정보인지 나타내는 것이다. 초기 단계의 등록 과정은 다음과 같다.

A	B	C	D	Keyword
0.93	0.32	0.56	0.21	water, lake, Tahoe,..

<기본 온톨로지에 대해 에이전트가 부여하는 가중치>

3.2.2 유사 집단 분류

입력된 정보는 다음과 같이 분류된다.

0.9 이상	VS(Very Specific)
0.8 ~ 0.9	S(Specific)
0.65 ~ 0.8	G(General)
0.5 ~ 0.65	R(Relative)
0.35 ~ 0.5	L(Little)
0.35 이하	VL(Very Little)

서로 다른 정보 에이전트가 같은 항목에 대하여 S 이상(Specific)의 가중치를 등록했을 때, 이들을 VS(Very Specific) 집단, S(Specific) 집단의 유사 집단으로 분류한다. 이렇게

함으로써 질의 에이전트가 모호한 정보를 요청했을 때, 정보는 비록 불확실하지만 질의 에이전트가 중요하다고 선택한 항목에 대하여 밀접한 정보를 제공하는 여러 개의 정보 에이전트에게 도움을 요청할 수 있게 된다.

3.3.3 질의 에이전트의 정보 요청

1차 실험은 VS 집단과 S 집단으로 나누어 결과를 구하는 타당성을 검증하기 위하여 수행된다. 본 연구에서는 정보 에이전트와 질의 에이전트간의 유사도를 구하기 위해 각 에이전트의 가중치가 필요하다. 정보 에이전트의 각 정보에 대한 가중치는 정보를 제공하는 에이전트가 부여하고, 질의 에이전트의 정보에 대한 가중치는 질의를 요청하는 사용자가 직접 부여하거나, 조정 에이전트가 강화 학습으로 얻어낸 값으로 부여할 수 있는데, 실험의 편의상 가상의 사용자를 대신하여 질의 에이전트가 부여하는 것으로 가정한다.

가중치를 부여한다는 것은, 질의하는 내용이 어떤 항목(온톨로지)에 대하여 가장 관련이 있는가를 나타내는 것이다. 예를 들어 '한국'의 도시와 바다에 관하여 정보를 구하고자 한다면, '지형'과 '자연' 등의 온톨로지에 큰 가중치를 부여하고, 나머지 항목에는 적절히 배분하는 것이다. 조정 에이전트는 이같은 정보를 바탕으로 정보 에이전트와 질의 에이전트의 가중치를 비교, 적합하다고 판단되는 정보 에이전트를 찾는다.

그런데, 사용자가 질의의 내용에 관해 전혀 알지 못하는 경우가 있다. 즉 사용자 자신도 질의가 무엇인지 모를 때, 또는 사용자의 질의가 질의 에이전트의 온톨로지 내에 존재하지 않을 때, 조정 에이전트는 그 사용자(질의 에이전트)에 대한 기존의 정보를 바탕으로 현재 질의에 대한 가중치를 적용하게 된다. 즉 사용자(질의 에이전트)가 평소 관심을 보이던 항목을 파악하여 적합한 정보 에이전트를 찾는다. 따라서 어떤 종류의 질의인지 알 수 없는 상황에서도 적절히 대처할 수 있는 조정 에이전트의 구축이 가능하게 된다.

3.3 가중치 벡터를 이용한 유사도 매칭

먼저 질의 에이전트가 요청한 키워드와 동일 키워드를 제공하는 에이전트를 찾는다. 만일 동일 정보를 제공하는 정보 에이전트가 존재하지 않을 때에는, 질의 에이전트의 각 온톨로지에 대한 가중치와, 질의 에이전트가 가장 높은 가중치를 부여한 온톨로지를 중심으로 유사 집단으로 분류된 정보 에이전트들의 유사도를 비교하여 최대의 값을 가지는 정보 에이전트를 구한다.

3.4 강화 학습을 이용한 특성값 구축

임의의 질의 에이전트가 어느 순간에, 어느 온톨로지에도 속하지 않는다는 신호와 함께 정보를 요청할 경우, 정보 에이전트와 비교 대상이 되는 가중치 벡터 값의 부재가 생긴다. 이런 경우는 사용자가 질의한 정보가 질의 에이전트의 온톨로지 내에 존재하지 않는 경우, 즉 질의 에이전트가 사용자가 의도한 정보가 어떤 의미를 가지는지 전혀 모르는 경우에 발생한다. 이를 경우를 대비하여, 조정 에이전트는 평상시에 각 질의 에이전트가 전송하는 온톨로지에 대한 가중치 벡터에 근거하여 강화 학습을 수행한다. 즉 그 이전에 임의의 질의 에이전트가 질의하고자 하는 키워드와 함께, 조정 에이전트의 온톨로지와 그 키워드의 관련성, 즉 가중치를 함께 전송한 경우가 있었던 경우, 그 가중치 자료는 결과로 연결된 유사도와 함께 그 질의 에이전트의 특성 자료로 분류된다. 유사도와 가중치는 각각 강화 학습의 보상값(r)과 현재 상태(s)로써, 다음의 식을 이용하여 새로운 상태(s)로 전이하는 것이다.

$$Q^*(s, a) \leftarrow r + \gamma \max_a Q^*(s', a')$$

(r : 상태 s 에서 상태 s' 로 전이되었을 경우의 보상 신호 값(유사도 값)

γ : 현재 환경에 미치는 영향을 더욱 비중 있게 나타내기 위한 상수

$Q^*(s, a)$: 갱신된 상태 값)

IV 구현 및 실험

4.1 실험 방법

정보 에이전트는 총 100개, 질의 에이전트는 총 20개가 존재하며, 등록하는 키워드는 각각의 에이전트가 가지는 가중치에 따라 다르다. 실험은 다음의 2단계로 나누어 진행된다.

먼저 조정 에이전트는 기본 12개의 기본 온톨로지를 가진다. 조정 에이전트의 온톨로지는 조정 에이전트의 관리자가 적절히 구현하는데, 본 실험에서는 '지리' 에서 12개의 온톨로지를 구했다. 정보 에이전트가 키워드와 함께 등록되면 각각의 가중치 벡터에 따라 VS(Very Specific), S(Specific)의 유사 그룹으로 분류된다. 1차 실험은 이와 같이 나누어 유사도를 구하는 방법의 타당성에 관한 실험이다. 1차 실험에서는, 질의 에이전트가 질의 내용과 함께 각각의 온톨로지의 항목에 대하여 가중치를 등록한다. 질의 에이전트가 등록하는 가중치 중에서 가장 높은 순위의 항목을 중심으로, 이미 구성된 VS, S 그룹과 유사도를 비교하여 가장 유사한 정보를 제공한다고 판단되는 정보 에이전트에게 우선적으로 질의하게 된다.

2차 실험에서는, 정보를 전혀 제공하지 않고 다만 키워드만으로 질의하는 질의 에이전트를 적절히 다루는 방법을 실험한다. 이 경우, 조정 에이전트는 기존의 정보를 사용하여 강화 학습으로 얻어진 특성 정보를 이용하여 질의 에이전트의 키워드에 나름대로의 가중치를 부여하게 된다. 2차 실험에서의 기존의 정보로써, 1차 실험에서 얻은 데이터를 사용한다. 2차 실험에서는 이와 같이 임의로 부여하는 가중치의 타당성을 검증한다.

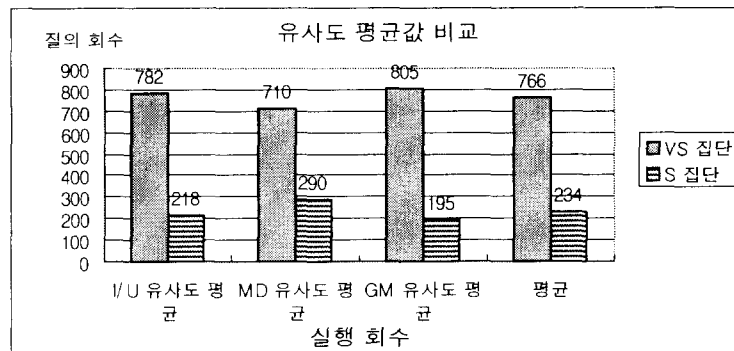
4.2 실험 결과

4.2.1 1차 실험 : 질의 에이전트의 가중치에 따른 집단별 성능 비교

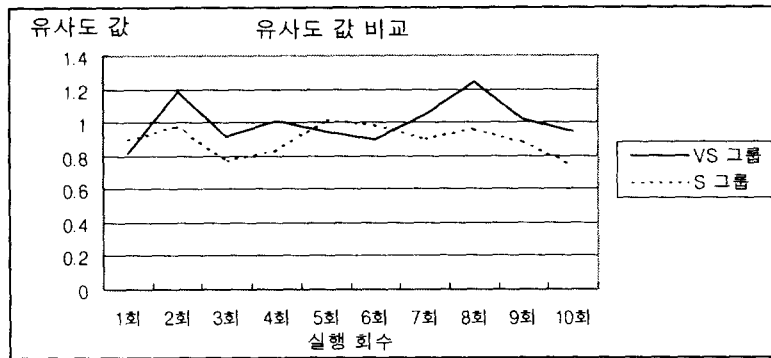
질의 에이전트, 즉 사용자가 등록한 가중치에 따라 집단별 유사도 비교를 한 결과이다. 정보 에이전트가 자신의 정보를 등록할 때 기본 온톨로지에 근거하여 가중치를 등록하고, 이것을 각 범위에 따라 VS(Very Specific), S(Specific) 집단으로 나눈다.

1차 실험에서는 질의 에이전트의 가중치와 조정 에이전트에 등록된 정보 에이전트들의 가중치를 바탕으로 3가지의 유사도를 사용하여 성능을 비교한다. 본 논문에서 사용하는 유사도는 교집합과 합집합의 연산을 이용한 유사도(Measure based on the operation of union and intersection), 최대차를 이용한 유사도(Measure based on the Maximum Difference), 합과 차를 이용한 유사도(Measure based on the difference and the sun of grades of membership)의 3가지이다. 다음은 각각의 유사도를 사용하여 얻은 결과의 그래프이다. 20개의 질의 에이전트가 100개의 정보 에이전트에게 1000번의 정보 요청을 하여 결과로 얻어진 유사도를 바탕으로 작성되었다.

다음의 그래프는 3가지 유사도를 평균값으로 비교한 것이다. 1000번의 수행 후 VS 그룹이 S 그룹의 유사도보다 큰 경우와 그 반대의 경우를 나타낸 것이다. 의 유사도가 S 그룹보다 높은 것은 모두 마찬가지로 그 중에서 합과 차를 이용한 유사도의 성능이 가장 좋은 것을 알 수 있다. 3가지 유사도의 평균은 VS 그룹의 유사도가 큰 경우가 766회(76.6%), S 그룹의 유사도가 큰 경우는 234회(23.4%)로 나타났다.



다음은 VS 그룹의 유사도와 S 그룹의 유사도 값을 비교한 것이다. 100번의 질의를 10번 수행하여 얻어진 값으로, S 그룹의 유사도가 높은 경우도 있으나 주로 VS 그룹의 유사도가 높은 것을 확인할 수 있다. 교집합과 합집합의 연산을 이용한 유사도를 사용한 결과이다.



1차 실험의 목적은 질의 에이전트가 요청하는 정보에 보다 근접한 정보를 제공하는 정보 에이전트를 찾고자, 정보 에이전트를 VS(Very Specific) 집단과 S(Specific) 집단으로 나누어 유사도를 비교하고, 그 타당성을 검토하는 데 있다. 일차 결과는 S집단 보다 VS 집단의 유사도가 우수함을 보였다. 유사 집단의 효율을 검증하기 위하여, 모든 정보 에이전트 중에서 가장 큰 유사도를 보이는 정보 에이전트를 찾아보도록 한다. 무조건 가장 큰 유사도를 보이는 정보 에이전트를 뽑게 되면, 그 정보 에이전트의 유사도가 가장 우수함은 당연하다.

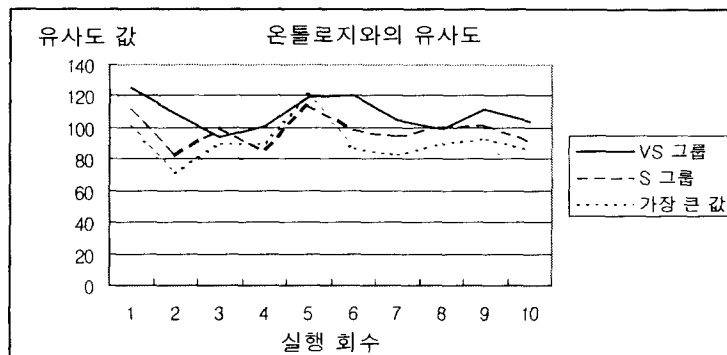
그러나 이 경우, 유사도 값은 높으나 결과로 구한 정보 에이전트를 보면, 질의 에이전트가 질의한 내용과는 아무런 상관이 없는 경우를 추출한 경우가 생긴다. 즉 다만 가중치의 유사도만을 고려하여 결과 값이 높은 에이전트만을 연결한다고 하면, 질의 에이전트가 찾고자 하는 정보와는 전혀 무관한 정보를 제공하는 에이전트를 찾을 확률이 높아지게 된다고 볼 수 있다. 다음의 표는 각 집단이 구한 정보 에이전트의 정보가 속한 온톨로지와, 각각의 질의 에이전트의 질의 키워드가 속한 온톨로지를 비교하여 수치화한 것이다. 정보 에이전트는 유사도에 따라 여러 개가 구해지는데(유사도에 따라 차례대로 연결하기 위하여), 대상이 되는 에이전트는 상위 30%의 에이전트로 한다. 계산식은 다음과 같다.

```

(if 질의 에이전트의 키워드가 속한 온톨로지(A) 정보 ∈ 에이전트의 정보가 속한
온톨로지(B)
then
    유사도=유사도+3
    if 같다면 유사도=유사도+A가 요청하는 정보 수 + B가 제공하는 정보 수
end if
else
    유사도=유사도-2-A가 요청하는 정보 수
end if) / 대상 정보 에이전트의 개수

```

1번 온톨로지에 3개의 키워드, 2번 온톨로지에 2개의 키워드를 가지고 질의하는 질의 에이전트와, 1번 온톨로지에 2개의 키워드, 3번 온톨로지에 1개의 정보를 제공하는 정보 에이전트를 예를 들어 보기로 한다. 이 경우 이 두 개의 에이전트의 유사도는, $3(1번 온톨로지가 동일하므로)+5(질의 에이전트의 키워드 3개와 정보 에이전트의 키워드 2개)-2(정보 에이전트는 질의 에이전트가 요구하는 2번 온톨로지를 제공하지 않는다)-2(질의 에이전트가 2번 온톨로지에 대해 요구하는 정보)=4$, 즉 4 만큼의 유사도를 가지는 셈이 된다. 위 식을 적용하여 100번씩 10번 수행된 결과는 다음과 같다.



그래프에서 보듯이, 가장 큰 유사도 값을 구하는 경우는 몇 번의 경우를 제외하고는 VS, S 집단보다 온톨로지와의 유사도가 낮은 것을 알 수 있다. 즉, VS, S 집단의 경우 유사도 값은 조금 낮을 수 있지만, 그보다 질의 에이전트의 요청에 대하여 여러 가지 면을 고려하여 가장 적절한 정보를 제공하는 정보 에이전트를 찾아 준다고 볼 수 있다. 유사도 값이 큰 에이전트만을 찾아 연결하여 주는 것은 질의 에이전트의 정보 요청에 대한 적절한 대응이 되지 못하는 것이다.

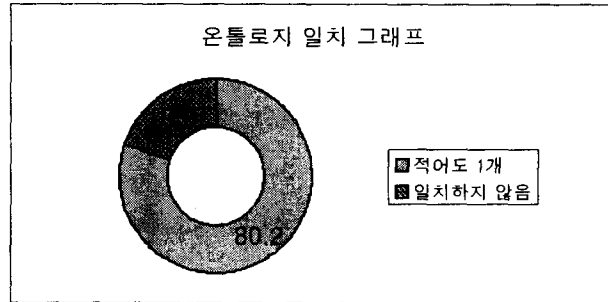
4.2.2 2차 실험 : 정보 에이전트가 임의로 등록하는 가중치에 따른 결과

2차 실험은 멀티 에이전트 시스템에서 조정 에이전트가 가지는 대표적인 제약점을 극복하기 위한 방안으로 수행하였다. 즉, 질의 에이전트의 질의 내용과 정확히 부합하는 정보를 제공하는 에이전트가 존재하지 않을 경우, 무엇을 근거로 하여 질의 에이전트를 만족시킬 것인가에 관한 실험이다.

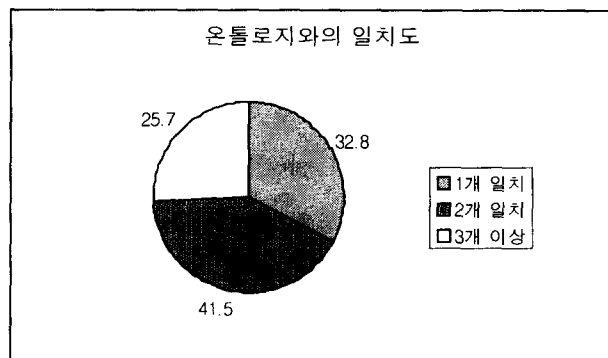
2차 실험에서는 1차 실험에서 얻은 가중치를 사전 정보로 사용한다. 임의의 질의 에이전트가 질의하고자 하는 키워드와 함께, 조정 에이전트의 온톨로지와 그 키워드의 관련성, 즉 가중치를 등록할 경우, 그 가중치 자료는 결과로 연결된 유사도와 함께 그 질의 에이전트의 특성 자료로 분류된다. 유사도와 가중치는 각각 강화 학습의 보상값(r)과 현재 상태(s)로써, 이 두 가지 정보를 사용하여 강화 학습을 수행함으로써 새로운 상태(s)로 전이하는 것이다.

2차 실험에서는 조정 에이전트가 나름대로 부여한 가중치가 질의 에이전트의 키워드에 적합한 것인지 확인하기 위하여, 조정 에이전트는 자신이 부여한 가중치에 따라 몇 개의 임시 키워드를 고르게 하였다.

다음은 조정 에이전트가 임의로 구한 가중치와 질의 에이전트의 키워드 사이의 유사도를 나타낸 그래프이다. 질의 에이전트와 조정 에이전트간의 키워드가 속한 최상위 온톨로지를 비교하여, 적어도 1개는 일치하는 경우와 전혀 일치하지 않는 경우를 비교하였다.



다음은 적어도 1개의 온톨로지가 속하는 경우를 분석한 것이다. 질의 에이전트가 가장 큰 관심을 보이는 온톨로지와 조정 에이전트가 임의로 추출하여 제공하는 키워드가 속한 온톨로지 사이에서, 1개, 2개, 3개 이상의 온톨로지가 일치하는 경우는 각각 약 33%, 42%, 26% 이다. 각 에이전트들은 가장 중심적인 키워드를 가장 먼저 요청하거나 제공하는데, 온톨로지가 일치하는 경우란 키워드들의 순서가 일치하는 것을 의미한다.



실험의 결과, 조정 에이전트가 임의로 부과한 온톨로지에 대한 가중치가 질의 에이전트의 질의와 유사함을 보임으로써, 질의 에이전트의 특성을 적절히 파악할 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 질의 에이전트가 언제 어떤 정보를 요청하더라도, 조정 에이전트는 자신이 가지는 정보를 이용하여 적절히 대처할 수 있다고 볼 수 있다. 즉 자신이 부여한 가중치를 마치 질의 에이전트 자체가 등록한 정보라고 보고 질의 에이전트가 요청한 키워드에 대한 정보를 구할 경우에, 상당히 근접한 정보를 얻을 수 있는 결과를 보였다.

V 결 론

본 논문에서는 정보 에이전트가 자신이 제공하는 정보를 조정 에이전트에 등록했을 때, 등록된 정보와 정확히 일치하지 않는 정보를 질의 에이전트가 요청했을 경우에 대한 해결 방안으로 유사도와 강화 학습을 기반한 조정 방법을 제안하였다. 본 논문에서 조정 에이전트의 역할은, 정보를 요청하는 에이전트가 최대한 목적을 달성할 수 있도록, 에이전트의 특성을 파악하여 가장 유사한 정보를 제공한다고 판단되는 정보 에이전트를 추출하는 것이다. 조정 에이전트는 각각의 에이전트가 제공하는 가중치 벡터를 기반으로, 유사도와 강화 학습을 사용하여 정보 에이전트와 질의 에이전트를 연결하였고, 1차 실험과 2차 실험을 통하여 타당성을 검증하였다.

본 논문에서는 가상의 사용자를 대신하여 질의 에이전트가 가중치 벡터를 구하였으나, 현실에 적용하기 위해서는 보다 구체적인 사용자 인터페이스가 필요하다는 것이 향후 과제로 남는다. 또한 조정 에이전트가 가지는 온톨로지는 실험을 위하여 임의로 추출하였으나, 역시 실생활에 적용 가능하기 위해서는 체계적으로 짜여진 온톨로지의 구축이 필요하며, 유사 정보의 교환이 가능할 수 있도록 온톨로지끼리의 교환·공유에 관한 연구도 필요할 것이다.