

# 가상세계에서 절차적 부분의 효율적 처리를 위한

## Cyber-Microcosm Ontology

### A Cyber-Microcosm Ontology for Efficient Process of Procedural Parts in the Virtual World

노선미, 박종희  
경북대학교

Sun-Mi Noh, Jong-Hee Park  
Kyungpook Nat'l University

#### 요약

기존 온톨로지는 지식의 공유와 재사용에 적합한 형태로 개발되어 왔다. 하지만 이는 가상세계에서 에이전트의 행위제어나 추론에 필수적인 절차적 지식에 대한 표현방법이 부족하고 또 정형화된 틀의 범위를 벗어나는 개체들을 표현하기에는 어려움이 있다. 이 논문에서는 이러한 다양한 상황의 절차적 부분과 다형적으로 표현되는 지식에 대한 표현력을 증강시키고 에이전트의 행위, 추론의 토대가 될 수 있는 지식구조로 적합한 형태를 띠는 cyber-microcosm ontology(CMO)를 제안한다. 제안된 온톨로지는 여러 요소를 통해 정보를 지니는 action frame과 정형적인 형태뿐만 아니라 quantifier/qualifier에 기반을 둔 개체의 다변화에 따라 다형적으로 표현할 수 있는 개체의 틀을 이용함으로써 이러한 문제점을 해결한다.

#### Abstract

Most existing ontologies are suited for static knowledge, so they lack capability of representing procedural knowledge which is essential for an agent's action control or inference in the virtual world. Also they are not prepared to describe objects beyond their fixed ranges of domains as designed. In this paper we propose cyber-microcosm ontology (CMO) which augments procedural aspects and expressive power for multiple forms rather than fixed form as in conventional ontologies. The resulting ontology will provide an enhanced knowledge structure to capture procedural aspects of agents' actions and to facilitate their associated inferencing. The procedural aspects of the CMO are designed based on action frame formed according to diverse elements. They are elaborated in terms of various qualifiers and quantifiers to reflect statistical natures over time and instances.

## I. 서론

기존의 온톨로지는 지식의 공유, 재사용 등을 위하여 사용되어 왔고 주로 특정한 분야를 대상으로 제작되어 왔다. [1] AI에서는 일정한 분야를 나타내기 위한 지식의 장으로서 온톨로지를 사용하고 있으며 [2][3] 그것은 다양한 분야에 적용되고 있다. 그러나

이벤트 및 에이전트의 행동에 의해 여러 가지 현상이 일어나는 가상세계에 대한 연구는 미비한 상태이다. 우리는 현실세계와 유사한 형태로 동작하는 가상 세계를 표현하고자 한다.

가상세계는 현실 세계와 유사한 법칙이 적용되는 가상환경과 의지를 가진 에이전트가 존재한다. 이러

한 에이전트의 행위와 다양한 상황을 표현하기 위해선 절차적 부분이 필요하다. 기존에 존재하는 온톨로지 가운데 ABC 온톨로지는 temporality category, actuality category, abstraction category를[4] 추가함으로써 임의의 상황에 대한 절차적 부분을 보완하였다. 그러나 ABC 온톨로지에서는 표현하고자 하는 대상이 표현하기 위해 주어진 스크립트라던지 또는 정형화된 상황만을 표현한다. 왜냐하면 절차적 부분을 표현하기 위한 구조 자체가 온톨로지의 구조에 일부분으로 포함되기 때문이다. 이런 구조는 단편적인 상황에만 적용 가능하여 다양한 상황이 존재하는 가상세계를 표현하고자 할 때 구조적인 측면에서 부족하다.

우리는 이런 절차적 부분을 표현하고 개체의 다변화에 따른 상황의 다양한 측면을 표현하는 형태의 온톨로지를 구축하고자 한다. 본 논문에서는 가상세계를 표현하기 위한 온톨로지를 cyber-microcosm ontology(CMO)라 부른다. [5]

CMO는 *precondition, procedure, effects*의[5] 속성을 가지는 action frame을 이용하여 절차적 부분을 표현하고 행동에 관련된 각 객체의 정성적 변화를 *quantifier/qualifier*에[6] 기반을 둔 규칙과 제약을 이용하여 나타냄으로써 좀 더 다양한 상황에 대하여 표현한다.

## II. CMO에 대한 요구사항

이 절에서는 절차적 지식의 표현 및 처리가 요구되는 가상환경의 일종인 cyber-microcosm의 동적 특성을 살펴봄으로써 CMO에 대한 요구사항을 규정해 본다.

### 2.1 행동/이벤트의 표현구조

cyber-microcosm내의 개체는 그 발생 시점부터 시간의 흐름에 따라 끊임없이 변화하며 다양한 상황을 만들어 낸다. 이러한 변화를 명시하는 것이 행동

과 이벤트다. 예를 들어 *vaporize()* 라는 이벤트는 '비가 오다'라는 상황을 표현하기 위한 *precondition*으로 사용이 되며 또한 *dry()*라는 이벤트와 하위 이벤트인 관계로 연결되어 '빨래가 마르다'라는 상황을 표현할 수도 있다. 연관 지어 비가 오는 상황은 인과 관계에 의해 '홍수가 나다'라는 상황으로 이어져 *flood()*라는 이벤트를 유발시키며 이것은 또한 *sweep()* 이벤트의 *precondition*이 되어 물건이 휩쓸려가는 상황을 표현할 수 있다. 이처럼 각각의 행동과 이벤트는 가상세계에서 사용자가 흥미를 유발해 내는 다양한 상황을 만들어내는 주요 요소이다. 이 요소들은 절차적인 부분을 포함한 다양한 상황을 나타내기 위한 구체적인 틀이 필요하다.

### 2.2 행동/이벤트에 참여하는 객체의 다변화

행동/이벤트에 참여하는 객체는 다변화 될 수 있어야 한다. 즉 동일한 개체에 대한 틀이 통계적인 사실에 기반을 둔 다양한 형태로 표현 될 수 있어야 한다.

이런 변화를 위해선 개체를 중요한 특질로 정의할 수 있는 기능이 필요하다. 예를 들어 사람이 수영을 하는 것은 사람의 능력에 따라 있을 수도 있고 없을 수도 있지만 숨을 쉰다는 것은 사람을 정의하는 특질이라 할 수 있다. 즉 숨을 쉬지 않는다는 것은 사람이라는 개체가 아니게 되는 것이다. 또 다른 예로 말이란 객체를 생각해보자. 말은 야생말과 집에서 기르게 되는 말로 분리했을 경우 말발굽의 존재에 따라 분류할 수 있다. 그러나 가축인 경우에도 말발굽이 있을 수도 없을 수도 있는 것이다. 기존의 온톨로지는 이러한 다형적 개체를 하나의 개체 class로 표현해낼 수 없다. 그러므로 가상세계에 등장하는 다형적인 개체나 행위를 표현하기 위해서는 개체가 가지는 속성이나 행위의 파라미터에 대한 정성적/정량적 특성의 표현이 필요하다.

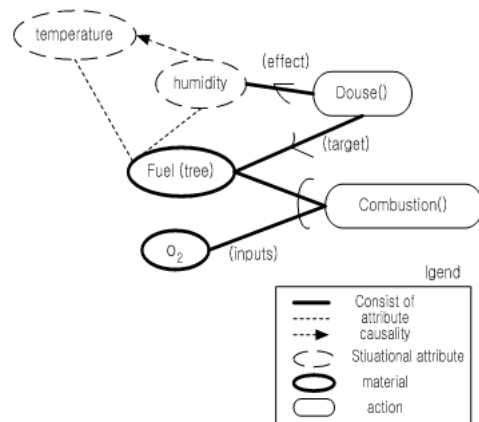
### 2.3 효율적 추론을 위해서 행동/이벤트의 원인 이나 사고의 과정에 대한 명확한 정의

다양한 상황과 절차적인 부분을 이끌어내는 효율적 추론을 위해서는 행동/이벤트의 원인이나 사고의 과정을 정확히 정의해 줄 수 있어야 한다. 특히 그 중에서 정성적 변화에 의해 객체의 특질이 바뀔 경우를 명확히 표현하는 기능이 필요하다. 위에서 언급된 정성적 변화[6]는 물질의 상태 변화 또는 관련된 객체, 객체들 사이의 관계 생성·소멸을 포함하는 것으로 이것은 다음과 같이 3가지 종류로 그 특징을 가진다.

- ① 객체의 표준 범위를 벗어날 경우 발생하는 정성적 변화로써 포도로부터 와인을 만드는 화학적 변화를 들 수 있다.
- ② 물리적 객체의 존재 변화에 따른 정성적 변화로써 오존의 고갈과 같은 것을 예로 들 수 있다. 온도에 따른 큰 변화, 높은 스피드에 따른 진동 등의 원인으로 객체 존재의 유무가 결정될 수 있다.
- ③ *ontological change*로 불리는 정성적 변화로써 class hierarchical 구조에서 객체의 위치 변화를 이야기 한다. 예를 들자면 식물에 속하는 나무에 불이 나서 타고 난 후에는 식물이라는 객체가 없어지는 것이 아니라 생명을 가지지 않는 객체의 일종인 그루터기로 그것의 분류학상 위상을 바꾸게 된다. 즉 이러한 변화에 의해 그루터기라는 새로운 객체가 생겨나게 되므로 정성적 변화라 할 수 있다.

면을 표현하기 위한 전제조건, 절차적 단계 등에 관심을 두기보단 행동 그 자체와 이에 연관된 개체의 표현에만 초점을 맞추어 왔다.

그러나 CMO에서는 *precondition*, *procedure*, *effect*와 같은 요소를 행동/이벤트의 속성으로 두어 각 상황을 절차적으로 표현하기 위한정보를 제시한다. *precondition*은 객체, 객체의 상태 또는 존재 그 자체로써 각 상황에서 행동/이벤트가 발생하기 위한 필수적인 조건의 시퀀스를 보여준다. *procedure*는 각 행동/이벤트가 전개되는 과정을 보여주는 것으로 그 행동의 하위 행동들의 시퀀스와 이러한 시퀀스의 상태 등을 기술한다. 마지막으로 *effect*는 행동/이벤트의 결과로 산출되는 객체의 존재변화로 표현된다. 그림 1는 *combustion()*의 *precondition*으로 연료와 산소라는 객체를 두었으며 *douse()*의 *effect*로써 *situational attribute*[5]의 형태로 *humidity*를 주었다.



▶▶ 그림 1. CMO에서의 action frame

## III. CMO의 절차적 표현을 지원하기 위한 특성

### 3.1 Action frame

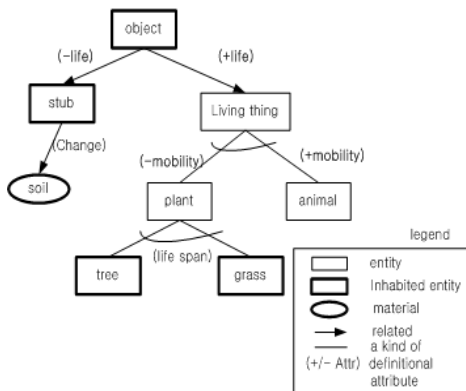
기존의 온톨로지에서는 행동/이벤트와 현상을 단지 "has action"이라는 관계만을 사용하여 처리하였다. [4] 더구나 기존 온톨로지의 행동은 그 절차적 측

### 3.2 정량적 변화 표현 위한 규칙, 제약 및 인과관계

*Quantifier*와 *qualifier*는 개체나 행동이 가지는 속성 또는 파라미터의 존재여부에 대한 정량적/정성적 특성을 기술하는 제약조건의 형태로 표현된다. *Quantifier*는 "always, often, sometimes"와 같은

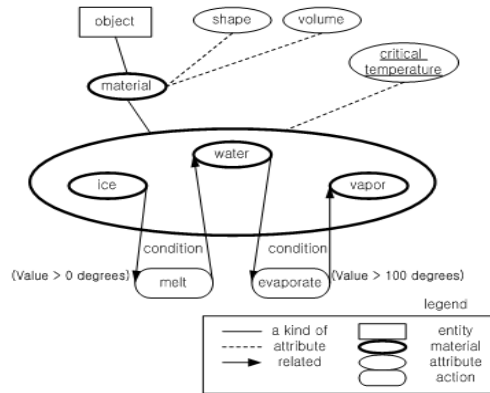
역할을 하고 *qualifier*는 "capable, must"와 같은 역할을 한다. 예를 들어 "사람은 반드시 숨을 쉬어야 한다."와 "사람은 수영을 할 수 있다"처럼 객체의 질적인 면을 *qualifier*로 표현할 수 있다.

- ① *ontological change: generalization hierarchy* 를[5] 나타내는 링크에 상속관계가 생성되게 한 *definitional attribute*를[7] 명시함으로써 *ontological change*의 처리를 가능하게 한다. 만일 어떤 개체가 *definitional attribute*를 상실한다면 각 계층에 따라 상위의 개체로 올라간다. 그림 2에서는 *definitional attribute*를 사용하여 *ontological change*를 표현하였다.



▶▶ 그림 2. CMO에서 Ontological change

- ② *existential qualitative change*: 행동의 결과에 새롭게 생성 또는 소멸되는 개체를 명시함으로써 존재의 변화를 처리한다.
- ③ *material change*: 물리적 개체에 속하는 물리 객체의 성분이 가지는 속성 값이 표준 범위를 벗어났을 경우 질적 변화를 일으킨다. 정량적 변화를 유발하는 속성을 명시하고 이에 대한 임계조건을 정해진 규칙의 형태로 표기한다. 그림 3은 CMO에서 표준 범위를 벗어난 정량적 변화에 대한 예제이다.



▶▶ 그림 3. CMO에서 material change

#### IV. CMO의 예

이 절에서는 동일한 시나리오에 대해 표현한 CMO와 ABC 온톨로지를 비교, 분석한다. ABC 온톨로지는 순차적인 행동 및 그것의 변화를 중점적으로 표현하기 위해 temporality category 를 추가하여 기존 온톨로지의 구조를 보완하였다. 이러한 특징으로 ABC 온톨로지는 이벤트의 흐름을 보여주는 행동의 표현에 대해 비교하기에는 좋은 대상이다. 그림 4는 ABC 온톨로지와 동일한 시나리오[8]에 대해 CMO로 나타낸 것이다.

ABC 온톨로지는 *birth*라는 이벤트에서 *delivery, parenting* 2개의 행동을 가짐으로써 *baby*의 *birth*를 순차적으로 표현하였다. 이벤트 *birth*의 특성 (*birthday, 태어난 장소*)를 가지며 각각의 행동은 주체인 에이전트를 가진다. CMO에서는 가상세계 대부분의 행동을 이끌어내는 주체인 *human*을 일정한 기준으로 나눔으로써 이벤트의 전개를 시작한다. 다음과 같은 항목으로 CMO의 특징을 나타낼 수 있다.

- 인스턴스 레벨이 아닌 템플릿의 구조.

ABC 온톨로지는 임의의 이벤트에 대해 행동의 순차적인 나열로 표현하지만 인스턴스 레벨로써 하나의 특정 사건만을 표현한다. 그러므로 다양한 이벤트

에 대해서 개별적인 온톨로지가 주어지기 때문에 각각 온톨로지들의 관련성을 나타내기가 힘들어 다양한 상황을 가지고 있는 cyber-microcosm을 표현하기에는 부족한 구조를 지니고 있다. 반면 CMO는 임의의 사건에 대해 의미론적으로 논리적인 관계를 가지는 템플릿의 형태로 주어짐으로 지식의 확장이 가능하며 넓은 범위 지식표현에 의해 효율적인 추론 또한 가능하다. 여기서는 유사한 유형의 템플릿의 한 형태로 "exceptional" 관계를 가지는 "stillbirth"라는 행동을 돕으로써 새로운 상황에 대한 표현의 확장이 가능하다.

#### ▪ 객체의 정량적 변화

ABC 온톨로지에서는 *birth*의 결과로써 *baby*라는 *actuality*만을 두어 하나의 사건의 흐름에 따른 결과만을 제시하였다. 즉 새로 생긴 객체는 하나의 사건이 전개됨에 있어 나타나는 결과로만 의미를 갖는 구조이다. 따라서 추가적인 행동이나 다른 관계에서의 역할을 공유하는 것은 불가능하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 CMO에서는 존재(즉 id)와 역할을 분리함으로써 여러 개의 행동이나 관계 속에서 다중의 역할을 표현할 수 있는 기능을 부여한다. 그림 4에서 살펴보면 출산이라는 행동의 결과로써 *newborn*이라는 새로운 object를 통해 존재의 유무에 따른 정량적 변화를 표현하였다. 이런 행동의 결과로 생성된 *baby*가 독립적 존재로서 상황의 일부로 편입되고 따라서 상황이 바뀌게 된다. 이처럼 CMO에서는 하나의 사건 안에서 일어나는 객체의 정량적 변화를 통해 새로운 상황까지 확장시킬 수 있어 다양한 상황을 표현하기에 좋다.

#### ▪ 행동의 구체적 표현.

행동의 계층적 구조가 없는 ABC 온톨로지에서는 각 행동의 구체적 표현이 힘들다. 그러나 CMO에서는 분만에서 자연분만과 제왕절개 수술로 각 행동을 분리할 수 있어 에이전트의 상황에 따른 동작을 좀

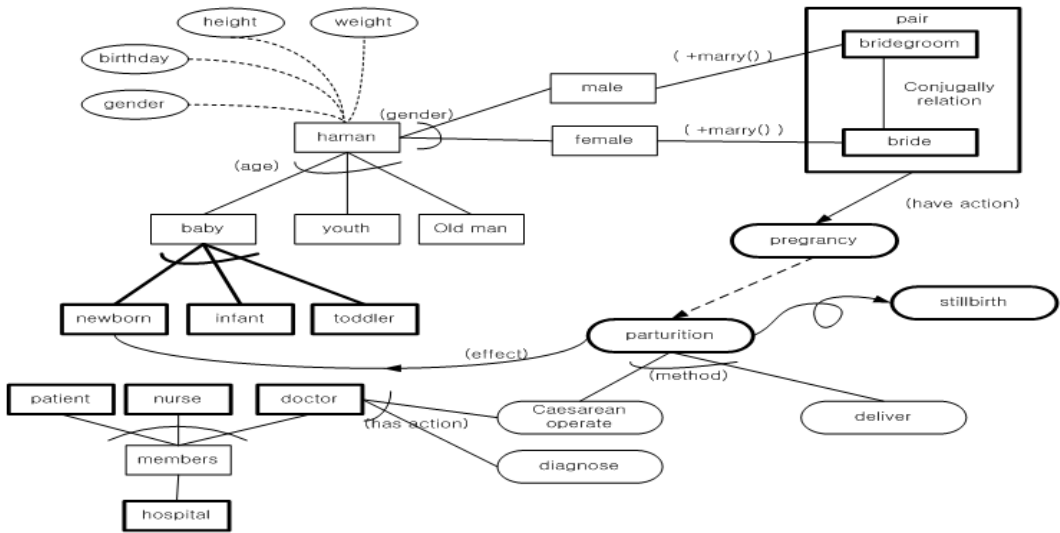
더 구체적으로 표현할 수 있다.

## V. 결론 및 향후 연구

CMO는 현실세계와 최대한 비슷하게 동작하는 cyber-microcosm에 대한 지식의 장을 구축하기 위해 만들어졌다. 그 중에서도 action frame을 이용하여 가상세계에서 절차적 부분을 효율적으로 표현했으며 *quantifier/qualifier*에 기반을 두어 개체의 예외적인 형태도 표현할 수 있어서 다양한 측면에 대한 표현이 가능하였다. 앞으로 우리는 CMO에서 각 요소를 연결시키는 다양한 링크에 대한 규약부여, 최종 목표인 하나의 가상세계를 위해 많은 응용에 대한 온톨로지의 통합, 효율적인 온톨로지 구축을 위한 틀 개발에 대한 추가적인 연구를 할 예정이다.

#### ■ 참고문헌 ■

- [1] Tom Gruber
- [2] B. Chandrasekaran, "What are ontologies, and why do we need them?", Intelligent Systems, IEEE, 1999
- [3] J. McCarthy and P.J. Hayes, "Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence," Machine Intelligence Vol. 4,
- [4] Carl Lagoze and Jane Hunter, "The ABC Ontology and Model", Journal of Digital information, 2001
- [5] Park, J, "The Ontology about the Microcosm," Tech. report #9, AIMM lab. Kyungpook National Univ, 2001
- [6] Park, J, "Modelling physical situation in terms of integrated coincident events", Tech. report # 32, AIMM lab. Kyungpook National Univ, 2004
- [7] Park, J, "Modelling the natural event in spatio-temporal context", Tech. report #31, AIMM lab. Kyungpook National Univ, 2004
- [8] [http://www.metadadata.net/harmony/birth\\_example.gif](http://www.metadadata.net/harmony/birth_example.gif), excerpt in CIMI ABC Modeling Examples.



▶▶ 그림 4. CMO에서의 Birth 예