

부품 라이브러리의 자동 정보 통합을 위한 온톨로지의 비교 가능성과 균질성 확보

조 준 먼[†] · 한 순 흥^{**} · 김 현^{***}

요 약

B2B 전자거래 환경에서는 다양한 공급자들의 부품 라이브러리를 통합하여 단일 인터페이스를 제공하는 중개 시스템이 요구된다. 그런데 각 부품 라이브러리들은 서로 이질적이어서 자동 통합하기 어렵다. 기존의 온톨로지 기반 자동 정보 통합 연구에서는 온톨로지들이 서로 다른 방식으로 작성되는 것을 방지하기 어렵기 때문에 이질성 해결을 위한 매핑이 복잡해 지고, 따라서 제한적인 수준에서의 자동 정보 통합 결과를 얻을 수 있었다. 본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해서 Guarino의 상위 온톨로지 이론을 바탕으로 부품 라이브러리 온톨로지 개발에 이용할 수 있는 지식 모델링 프레임워크를 제안한다. 이 프레임워크는 존재론적 본성에 기반한 엄밀한 논리적 의미와 적용 원리가 부여된 부품 라이브러리 지식 모델링 프리미티브를 제공함으로써 온톨로지 개발자들이 대상 도메인의 지식을 체계적으로 분류하고 일관되게 구조화할 수 있도록 도와준다. 결과적으로, 작성되는 온톨로지들이 서로 비교 가능하고 균질해서 온톨로지 간 매핑이 단순해지고 정형화된다. 이를 바탕으로 온톨로지 자동 병합 알고리즘을 쉽게 개발할 수 있다.

키워드 : 부품 라이브러리, 정보 통합, 온톨로지 병합, 온톨로지 모델링

Comparability and uniformity of ontology for automated information integration of parts

Cho Joonmyun[†] · Han Soonhung^{**} · Kim Hyun^{***}

ABSTRACT

The B2B electronic product commerce needs intermediary system to provide an integrated interface for the parts libraries of multiple suppliers. However, it is difficult to automatically integrate the parts libraries because they are heterogeneous. Existing ontology-based approaches show a limited functionality of automated integration of information because they can not prevent ontologies from being modeled in different ways, so that the inter-ontology mappings to resolve the heterogeneity become complicated and arbitrary. In order to overcome such problems this paper proposes an ontology modeling framework for parts libraries based on the Guarino's theory of upper ontology. The framework provides knowledge modeling primitives which have explicit formal meanings and modeling principles based on ontological natures. Using the framework, ontology developers can model the knowledge of parts libraries systematically and consistently, so that the resulting ontologies become comparable and uniform, and the ontology merging algorithm for the automated information integration can be easily developed.

Key Words : Parts Library, Information Integration, Ontology Merging, Ontology Modeling

1. 서 론

B2B 전자거래 환경에서 부품 공급자들은 세트 메이커들에게 자신의 부품을 홍보하고 부품 정보를 제공하기 위해 부품 라이브러리 또는 부품 전자 카탈로그를 구축한다. 부품 라이브러리는 부품 정보를 관리하고 요청에 따라 적절한 부품 정보를 제공한다. 이를 위해, 부품을 분류하고 분류된

카테고리를 표현하는 부품 클래스를 정의한다. 부품 클래스들은 포함관계(subsumption relation) 또는 상속관계 계층 구조를 구성하며, 각 부품 클래스 별로 부품의 특성을 표현하기 위해 속성이 정의된다. 이러한 지식은 부품 데이터를 저장하고 관리하는 구조를 제공하는 메타데이터 또는 스키마의 역할을 한다[1, 2, 3, 4].

보통, 여러 부품 공급자들이 동일한 기능의 부품을 공급하기 때문에, 구매자는 원하는 부품을 찾기 위해 여러 부품 공급자의 데이터베이스를 검색하고 결과를 비교해야 한다. 따라서, (그림 1)과 같이 다양한 공급자들의 부품 라이브러

[†] 준 회 원 : 한국과학기술원 기계공학과

^{**} 정 회 원 : 한국과학기술원 기계공학과

^{***} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 소프트웨어로봇연구팀

논문접수 : 2004년 9월 17일, 심사완료 : 2005년 3월 16일



(그림 1) 다양한 부품 공급자의 부품 라이브러리 통합 환경

리를 통합하고, 통합된 부품 라이브러리에 대한 단일 인터페이스를 제공하는 중개 시스템이 요구된다[1, 2, 3].

그런데 각 부품 라이브러리들은 서로 이질적이어서 자동 통합하기 어렵다. 부품 라이브러리들은 독립적으로 개발되기 때문에, 비슷한 부품을 서로 다른 부품 클래스로 분류하고 다른 계층 구조로 구성할 수 있다. 비슷한 부품 클래스에 속성을 다르게 정의할 수 있으며, 다른 이름을 사용할 수도 있다. 심지어 동일한 정보를 클래스로 표현하기도 하고, 속성으로 표현하기도 한다. 이러한 차이는 정보 시스템의 메타데이터 간 불일치로 나타난다[3, 6]. 정보 시스템의 메타데이터 간의 불일치는 (1) 범주화(categorization) 불일치, (2) 집성화 수준(aggregation-level) 불일치, (3) 관계 구조(relation structure) 불일치, (4) 속성 부여(attribute-assignment) 불일치, (5) 속성 타입(attribute-type) 불일치 등의 유형으로 구분할 수 있다[3, 7].

최근에, 컴퓨터 시스템이 이해하고 조작할 수 있도록, 정보 소스의 메타데이터를 온톨로지에 명시적으로 표현하고 이를 바탕으로 컴퓨터 시스템이 불일치들을 해결하여 정보 소스들을 통합하며, 여러 정보 소스에 대한 단일한 글로벌 뷰를 제공하는 연구들이 수행되고 있다[8, 9]. 이러한 온톨로지 기반 정보 통합 연구에서는 여러 온톨로지를 병합(merge)하거나 정렬(align)하기 위해 온톨로지 매핑이 중요하다. Wache[9]는 기존 온톨로지 기반 정보 통합 연구를 분석하여, 온톨로지 간 매핑이 정확한 의미의 보존이 어렵거나, 엄밀성이 부족하거나, 기준이 되는 모든 개념을 미리 정의해야 하는 특수한 가정에 기반하는 등의 문제점을 가지고 있다고 지적하였다. 그리고 그 이유로 기존 연구들에서는 온톨로지들이 서로 다른 방식으로 모델링되기 때문에 임의의 표현식 간에 불일치들이 발생하는 것을 방지할 수 없다는 사실을 언급하고 있다.

본 연구는 온톨로지 간 매핑이 단순해지고 정형화될 수 있도록, 온톨로지들의 비교 가능성과 균질성의 보장에 초점을 맞춘다. 온톨로지들이 동일한 방식으로 모델링되면 불일치들이 처리하기 쉬운 형태로 한정되기 때문에, 임의의 표현식 간 매핑을 처리하는 복잡한 추론 기능이 없이도 온톨

로지들을 자동 병합하는 알고리즘을 쉽게 구현할 수 있다.

온톨로지들이 서로 비교 가능하다는 것은, 동일한 관점에서 모델링됨을 의미한다. 동일한 관점은 대상 지식을 개념화하는 틀을 말한다. 예를 들어, 전기 회로를 요소(Component)와 연결(Connection) 그리고, 연결을 통해 요소와 요소 사이에 흐르는 신호(Signal)로 추상화하는 모델 - Lumped Element Model - 을 사용하여 전기 회로 설계 지식을 표현할 수 있다. 이 모델은 전기 회로 설계 지식을 표현하고 전달하는 데 유용한 하나의 관점을 제공한다. 만일 서로 다른 관점에서 대상 지식을 모델링 하면 정보 요소 간 매핑이 복잡해 지고, 결과적으로, 자동 정보 통합 시스템의 개발이 어려워진다.

온톨로지들이 균질하다는 것은, 정보 요소의 의미적 표현 방식이 동일하다는 것을 말한다. 예를 들어, 전기 회로 요소인 트랜지스터를 상세화하는 경우, 용도에 따라 소신호용 트랜지스터, 대전류용 트랜지스터 등으로 분류할 수도 있고, 형태에 따라 PNP 트랜지스터, NPN 트랜지스터, 접합형 전계효과 트랜지스터 등으로 분류할 수도 있다. 또 다른 예는, 요소의 특성을 다르게 기술할 수 있다. 트랜지스터의 특성을 콜렉터 전압, 베이스 전압, 베이스 저항, 직류전류 증폭률로 정의할 수도 있고, 콜렉터 전압, 베이스 전압, 베이스 전류, 콜렉터 출력 용량으로 정의할 수 있다. 서로 다른 의미적 표현 방식은 자동 정보 통합 시스템 개발을 어렵게 만드는 또 다른 원인이 된다.

2. 연구 배경

2.1 존재론적 본성에 기반한 지식 표현 방법

지식 표현은 기본적으로 실 세계의 대상을 인식하고 표현하는 특정 관점과 방식에 기반한다. 그런데, 대부분의 지식 표현 형식론 또는 지식 표현 언어는 대상 도메인이나 대상 지식에 의도적으로 중립적으로 만들어져, 이러한 온톨로지 언명(ontological commitment)이 명확히 드러나지 않는다[10, 11]. 달리 표현하면, 지식 모델링 프리미티브들의 의미가 추상적 또는 중립적이고 표현되는 지식의 내용에 독립적이기 때문에 지식 모델러에 따라 지식 모델링 프리미티브를 다른 방식으로 사용하는 것을 방지할 수 없다. 따라서 지식 모델러가 대상 도메인을 체계적이고 일관되게 개념화하는데 도움을 주지 못한다.

Guarino[11]는 기존의 지식 표현 형식론을, 제공되는 지식 모델링 프리미티브를 기준으로 <표 1>과 같이 Logical Level, Epistemological Level, Conceptual Level로 구분하여 특징과 문제점을 정리하였고, 대안으로 Ontological Level에 해당되는 지식 표현 형식론의 필요성을 주장하였다. Ontological Level은 존재론적 본성 (ontological nature)을 바탕으로 지식 모델링 프리미티브에 논리적 의미와 적용 원리를 명시적으로 부여한다. 예를 들어, “붉은 공”이라는 지식을 표현할 때, 붉은이라는 정보와 공이라는 각 정보가 가질 수

있는 본성 및 다른 정보와의 관계를 제약하는 특성을 각 정보 요소를 표현하기 위해 사용한 지식 모델링 프리미티브의 특성으로 명확히 제약한다. 따라서 대상 도메인의 지식을 체계적이고 일관되게 식별하고 구조화하는데 도움을 주며, 결과적으로 지식 표현 결과물에 대해 가능한 해석의 개수를 줄이고 엄밀하고 표준적인 해석을 제공한다.

2.2 관련 연구의 분석

다양한 방식의 온톨로지 기반 정보 통합 연구가 수행되었다. 온톨로지 기반 정보 통합 연구[9] 중 세가지를, 지식 모델링 방법과 온톨로지 간 매핑 방식에 초점을 맞추어, 본 연구와 비교 분석하고 <표 2>와 같이 정리하였다.

COIN[12] 방식은 지식 표현 형식론으로 COINL (COIN Language)라는 전용 언어를 사용한다. 이 언어는 프레임 로직 (Frame Logic)을 직접적으로 기반하여 개발되었기 때문에 <표 1>의 Logical Level에 해당되며, 언어 구성 요소 즉, 지식 모델링 프리미티브의 의미가 명확하지 않고 일반적이며 내용 독립적이다. 따라서 온톨로지 개발자가 대상 도메인의 지식을 체계적으로 분류하고 일관되게 조직화하는데 도움을 주지 못한다. 온톨로지 개발자는 대상 도메인에 어떤 것들이 존재하는지, 어떤 것이 클래스이고 어떤 것이 속성인지, 클래스를 어떤 하위 클래스로 상세화해야 하는지, 어떤 속성을 부여해야 하는지 등을 스스로 결정해야 한다. 결과적으로 온톨로지가 개발자에 따라 서로 다른 방식으로 작성되어, 온톨로지 간 불일치들이 임의의 표현식 간에 발

생한다. COIN 방식은 임의의 표현식 간 매핑을 온톨로지 모델러가 프레임 로직의 표현식을 이용하여 미리 수작업으로 기술하도록 한다. 그러나, 임의의 표현식 간 매핑을 처리하는 컴퓨터 시스템을 개발하기 쉽지 않기 때문에 이 방식에서는 수작업으로 미리 기술되는 매핑 관계를 정보 요소 값의 변환 관계로 한정 시킨다.

BUSTER[13] 방식은 디스크립션 로직 (Description Logic)을 기반으로 개발된 OIL이라는 범용 온톨로지 표현언어를 사용한다. 따라서, 이 방식은 <표 1>의 Epistemological Level에 해당되며, COIN 방식과 유사한 단점을 가진다. BUSTER 방식은 임의의 표현식 간 매핑이 필요해지는 단점을 공유 온톨로지 (shared ontology)에 전적으로 의지하여 해결한다. 이 방식에서는 클래스의 속성으로 사용될 모든 개념들을 공유 온톨로지에 미리 정의하고, 소스 온톨로지에는 이 개념들을 취사선택하여 대상 도메인의 클래스를 정의한다. 온톨로지 간 매핑은, 의미적으로 동일한 속성을 가지는지 여부를 바탕으로, 클래스 간에 포함 관계를 설정하는 것으로 단순화 된다. 그러나 사전에 완벽한 공유 온톨로지를 개발해야 하는데, 처음부터 완벽한 공유 온톨로지를 개발하기는 쉽지 않다.

PLIB[14] 방식은, COIN 방식이나 BUSTER 방식과는 달리 로직 기반 지식 표현 언어를 사용하지 않고, 지식 표현에 필요한 프리미티브를 개념적인 메타 모델에 정의하고 이들을 이용하여 온톨로지를 작성한다. 따라서 <표 1>의 Conceptual Level에 해당되며, 대상 도메인의 구조가 미리

<표 1> 모델링 프리미티브를 기준으로 분류한 지식 표현 형식론 [11]

Level	Primitive concepts...	Main feature	Interpretation
Logical	are predicates	Formalization	Arbitrary
Epistemological	are structuring primitives	Structure	Arbitrary
Ontological	satisfy meaning postulates	Meaning	Constrained
Conceptual	are cognitive primitives	Conceptualization	Subjective
Linguistic	are linguistic primitives	Language	Subjective

<표 2> 대표적인 온톨로지 기반의 정보 통합 연구의 비교

	COIN 방식	BUSTER 방식	PLIB 방식	제안된 방식
지식 표현 방식	프레임 로직 (Frame Logic)에 기반하여 개발된 전용 언어 (COINL) 사용.	디스크립션 로직 (Description Logic)에 기반한 범용 지식 표현 언어 (OIL) 사용.	메타 모델 사용.	상위 온톨로지 이론에 기반한 모델링 프레임워크 사용.
참조 온톨로지의 역할 및 특징	인스턴스 생성을 위한 공통 타입을 상세히 정의. 공통 타입의 합집합.	해당 응용 도메인의 클래스 표현을 위한 모든 속성을 정의. 기준 속성의 합집합.	해당 응용 도메인의 개념과 관계를 상세히 정의. 소스 온톨로지 표현에 필요한 개념 및 관계의 합집합.	기본 개념 및 기본 관계를 정의. 소스 온톨로지 표현에 필요한 개념 및 관계의 교집합.
소스 온톨로지의 특징	연산자를 이용하여 공통 타입의 인스턴스를 조합하여, 대상 정보 요소를 표현하는, 프레임 로직 표현식을 표현.	기준 속성을 선택하여, 값 범위 및 적용 대상을 제한하고, 이들을 조합하여 클래스를 표현.	참조 온톨로지에 의미적으로 가장 가까운, 미리 정의된 개념을 그대로 이용하거나 상속 받아 새로운 개념을 정의.	기본 개념을 상속 받아 새로운 개념을 정의.
소스 온톨로지 간 매핑 방식	프레임 로직 표현식을 이용해, 정보 요소 값의 변환 관계를 모델러가 수작업으로 정의.	미리 마련된 기준 개념 참조를 이용한 클래스 간 포함관계 매핑.	상속 관계 및 기준 개념 참조 관계를 수작업으로 정의.	상속 관계 및 속성 개념 간 동일성 관계를 이용한 클래스 포함관계 매핑.

주어지고 지식 모델러는 미리 결정된 이러한 구조를 통해서만 대상 지식을 표현한다. 그러나 PLIB 방식은 적은 수의 프리미티브만을 정의하고 있어, 제시되는 도메인 모델이 개략적이다. 더군다나 지식 표현 프리미티브는 존재론적 가정들은 고려하지 않고 메타 모델 개발자들만이 동의한 주관적인 의미를 가진다. 따라서 무엇이 클래스이고, 어떤 하위 클래스로 상세화해야 하는지, 어떤 속성을 부여해야 하는지 등과 같은 문제는 여전히 가이드 되지 못한 상태로 남게 된다.

본 논문의 방식은 상위 온톨로지 이론을 바탕으로, 엄밀한 존재론적 해석이 부여된 지식 모델링 프리미티브를 이용하여 온톨로지를 개발한다. 따라서 <표 1>의 *Ontological Level*에 해당되며, 지식 모델링 프리미티브는 온톨로지 개발자가 대상 도메인의 지식을 체계적으로 분류하고 일관되게 구조화하도록 도와준다. 본 논문에서는, 참조 온톨로지에 기본 개념을 정의하고 각 정보 소스에 한정된 개념은 기본 개념을 상속하여 정의한다. 따라서, 소스 온톨로지 간 불일치들은 동일한 모델링 프리미티브를 이용하여 표현되고 동일한 상위 개념을 가지는 개념 간으로 한정된다. 더 나아가 불일치를 해소하여 병합되거나 재 정렬되어야 하는 개념은 부품 클래스 개념으로 한정되고, 이러한 클래스 개념 간의 비교는 클래스에 정의된 속성 개념의 의미적 동질성 판별로 단순화된다.

3. 부품 라이브러리를 위한 지식 모델링 프레임워크

부품 라이브러리의 메타데이터 지식을 체계적이고 일관되게 식별하고 구조화하여 작성되는 온톨로지들 간의 비교 가능성과 균질성을 보장하는 지식 모델링 프레임워크를 제안한다. 이 프레임워크는 엄밀한 의미와 적용 원리가 부여된 지식 모델링 프리미티브를 제공하며, 이를 위해 상위 온톨로지 이론을 이용한다.

3.1 상위 온톨로지 이론

온톨로지 개발은 결국 지식 모델링 행위이다. 따라서 개

발된 온톨로지는 지식 모델링에 적용된 설계 원리(design rationale)에 필연적으로 많은 영향을 받는다. 즉, 온톨로지는 특정 가정에서 자유로울 수 없다. 설계 원리는 관심 도메인에 어떤 대상들이 존재하는가? 그들이 어떻게 존재하는가? 클래스란 무엇인가? 속성이란 무엇인가? *Is-a* 또는 *part-of* 관계란 무엇인가? 등과 같은 근본적인 물음과 관련된다. 보통 이러한 상위 수준의 이론과 방법론 없이는 좋은 품질의 도메인 온톨로지를 개발하기 어렵다[8, 10].

상위 온톨로지는 이러한 근본적인 질문에 대한 논리적 고찰을 바탕으로 도메인 온톨로지를 개발하는데 잘 정비된 이론과 방법론을 제공한다. 하위 수준의 개념 즉, 도메인 개념을 체계적이고 일관되게 이해할 수 있는 상위 수준의 개념 종류와 이들의 논리적 의미를 제공한다.

Guarino[15]는 영속성(rigidity), 식별성(identity), 의존성(dependence)과 같은 존재론적 본성을 기반으로, *TYPE*, *QUASI-TYPE*, *PHASED SORTAL* 등과 같은 상위 개념 종류들(ontological distinction)을 구분하여 <표 3>와 같이 제시하였다. <표 3>은 Guarino의 상위 개념 중 본 논문에서 적용한 것들을 요약 정리한 것이다.

영속성은 어떤 개념이 해당 개념의 인스턴스에 본질적인지 여부와 관련된다. 예를 들어, *사람* 개념은 이 개념의 모든 인스턴스에 본질적이어서 *사람* 개체는 어떠한 실세계 상황에서도 틀림없이 *사람* 개념의 인스턴스이다. 이러한 개념을 영속적(rigid)이라 한다(<표 3>에서 +R로 표시됨). 학생, 회사원 개념과 같이 모든 인스턴스가 적어도 하나의 실세계 상황에서는 참이고 즉, 본질적이고 다른 상황에서는 거짓 즉, 비본질적일 수 있는 개념을 반 영속적(anti-rigid)이라 한다(~R로 표시됨). 영속적이지 않으며 반 영속적이지도 않는 개념을 일부 영속적(semi-rigid)이라 한다(\neg R로 표시됨). 식별성은 개념이 식별조건(identity condition: IC)을 제공하는지 여부를 나타낸다. 식별조건은 개체를 특정 개념의 인스턴스로 특징짓고 시간 변화에 상관없이 재 식별하고 해당 개념의 인스턴스를 개별적으로 구분하는 기준을 말한다. 예를 들어 영속적 개념인 *사람*은 *지문*이라는 식별조건

<표 3> 상위 온톨로지 이론에서 상위 개념 종류와 존재론적 본성 [5]

상위 개념 종류 (Ontological Distinctions)	예	존재론적 본성 (Ontological Natures)			
		식별성 (Identity)		영속성 (Rigidity) (R)	의존성 (Dependence) (D)
		IC 공급 (O)	IC 전달 (I)		
TYPE	사람 (person), 고양이 (cat)	+	+	+	+
QUASI-TYPE	무척추 동물 (invertebrate-animal), 초식 동물 (herbivore)	-	+	+	+
MATERIAL ROLE	학생 (student), 음식 (food)	-	+	~	+
PHASED SORTAL	애벌레 (caterpillar), 나비 (butterfly)	-	+	~	-
CATEGORY	구체적 개체 (concrete entity), 추상 개체 (abstract entity)	-	-	+	+
ATTRIBUTION	색 (color), 모양 (shape) 등과 같은 특질(qualities)의 값	-	-	~	-
				▶	+

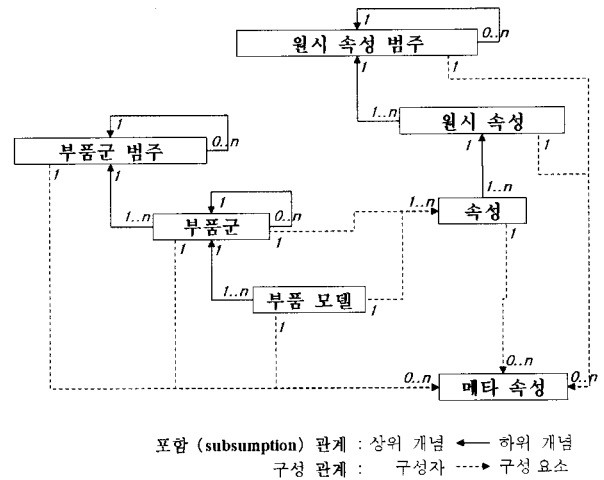
을 제공(+O로 표시됨)한다. 한편 반 영속적 개념인 학생 개념은 상위 개념인 사람으로부터 지문 식별조건을 물려받아 전달(+I로 표시됨)한다. 학생 개념은 학번이라는 식별조건을 가질 수 있지만, 이 조건은 특정 배경 또는 특정 시점에서만 의미를 가진다. 이러한 식별조건을 로컬 식별조건이라 한다. 반대로 지문과 같은 식별 조건은 의미가 시간이나 해석 배경에 따라 변하지 않기 때문에 글로벌 식별조건이라 한다. 의존성은 한 개념의 인스턴스가 존재하기 위해 다른 개념의 인스턴스가 존재해야 하는지 여부를 나타낸다. 학생 개념의 경우 학교 개념에 의존적이다.

지금까지 설명한 존재론적 본성을 조합하여 상위 개념 종류를 식별하고 이들의 논리적 의미를 엄밀하게 설명할 수 있다. CATEGORY에 해당되는 개념은 영속적이지만 식별조건을 공급하거나 전달하지 않는 본성을 가진다. 이들은 한 개체가 해당 CATEGORY 개념에 속하는지를 알려주는 명시적인 멤버십 조건을 가질 수 없으며, 다만 대상 도메인을 다루기에 유용한 부분으로 나누는 역할을 한다. 따라서 온톨로지의 개념 계층 구조에서 최상위 구조에 나타난다. QUASI-TYPE 개념은 영속적이고 식별조건을 전달한다. 이들은 식별성에 영향을 주지 않는 특성의 조합을 바탕으로 상위 수준의 조직을 표현하는 역할을 한다. TYPE 개념은 시간 또는 해석 배경에 따라 변하지 않는 의미를 가지며 즉, 영속적이며 자신만의 글로벌 식별조건을 공급하기 때문에 도메인의 주요 개념을 표현하고 기본 구조를 구성한다. PHASED SORTAL 개념은 반 영속적이고 비 의존적이다. TYPE 개념처럼 새로운 자신만의 글로벌 식별조건을 공급하지는 못하지만 해석 배경 또는 인스턴스의 특정 상태에 따라 달라지는 로컬 식별조건을 공급할 수 있다. MATERIAL ROLE 개념은 반 영속적이고 다른 개념에 의존적이다. ATTRIBUTION 개념은 영속성과 의존성에 대해 여러 조합이 가능하든 본 논문에서는 반 영속적이고 비 의존적 개념이라 가정한다. 이러한 존재론적 본성을 바탕으로 개념 간의 관계를 제약하는 특성을 유도할 수 있다. 예를 들면, 식별조건이 있는 개념은 식별조건이 없는 개념을 하위개념으로 가질 수 없다. 따라서, TYPE은 다른 TYPE이나 CATEGORY의 하위개념이어야 한다.

3.2 부품 라이브러리를 위한 지식 모델링 프리미티브의 논리적 의미

이 절에서는 부품 라이브러리의 온톨로지를 개발하는 데 필요한 지식 모델링 프리미티브들을 제시하고 이들을 Guarino의 상위 온톨로지 이론의 상위 개념 종류에 대응 시킨다. 따라서 대응된 상위 개념 종류에 부가된 논리적 의미와 모델링 원리를 그대로 가지며 대상 도메인을 개념화(conceptualization)할 때 클래스, 속성, 이들의 관계, 함수들을 체계적이고 일관되게 식별하고 구조화하는데 도움을 준다.

(그림 2)는 제안된 부품 라이브러리 지식 모델링 프리미티브와 이들을 이용하여 개발된 온톨로지의 지식 표현 구조를 보여준다. 그림은 UML의 표기법을 이용하여 표현하였



(그림 2) 부품 라이브러리를 위한 온톨로지 모델링 프리미티브의 표현 구조

다. 화살표가 있는 선의 양 끝에 표기된 숫자는 표현된 개념간 관계의 다중성을 의미한다. 실선 화살표는 상위 개념과 하위 개념 간의 상속관계를 의미하는 것으로 상위 개념의 속성은 하위 개념으로 상속된다. 그림에서 알 수 있듯이, 부품군 범주, 부품군, 부품 모델 프리미티브를 이용하여 모델링된 도메인 개념들은 온톨로지의 주요 계층 구조를 구성한다. 부품군 개념과 부품 모델 개념은 속성과 메타 속성 프리미티브를 이용하여 모델링 된 개념으로 구성된다.

상위 온톨로지 이론은 응용 독립적으로 개발되었고 주로 개별 상위 개념 종류와 이들의 존재론적 본성을 다룬다. 따라서 부품 라이브러리의 지식 모델링 분야에 적용하여 모델링 프리미티브와 이들의 적용 원리를 제시하는데 활용하기 위해서는 보완하고 구체화할 필요가 있다. 특히 다음의 두 가지 문제에 대한 해결 방안을 마련해야 한다.

첫번째 문제는 TYPE 개념이 반드시 가져야 하는 식별조건을 어떻게 구체화할 것인가이다. 본 논문에서 제안하는 부품군 프리미티브는 비슷한 특성을 가지는 부품들을 분류하고 대표하는 개념을 표현하는 데 사용된다. 부품군의 인스턴스는 언제나 개별적으로 구분되고 재 식별 가능하여 사용자가 자신의 요구를 만족하는 부품을 검색하고 선택할 수 있어야 한다. 또한, 해당 부품이 사용된 어떤 제품에서도 다시 지칭할 수 있어야 한다. 즉, 영속적이며 식별조건을 제공해야 한다. 따라서 부품군 프리미티브는 상위 온톨로지 이론의 TYPE에 해당된다. 상위 온톨로지 이론에서 TYPE의 식별조건은 다음 식의 관계 Γ 로 정의된다[15]:

$$E(x,t) \wedge \Phi(x,t) \wedge E(y,t') \wedge \Phi(y,t') \wedge x=y \rightarrow \Gamma(x,y,t,t')$$

여기서 Φ 는 TYPE에 해당되는 특정 개념을 나타내고 E는 특정 시간 t에 있어 인스턴스 x 또는 y가 실제로 존재함을 나타낸다. 부품 라이브러리의 경우에 있어 이와 같은 식별 관계는 모든 인스턴스들이 반드시 값을 가지는 특성을 이용

하여 표현할 수 있다[16]. 예를 들어, 볼 베어링 부품군의 식별조건은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\Gamma(x, y) \equiv \begin{aligned} &axial\ str\ ength(x) = axial\ stre\ ngth(y)\ and \\ &radial\ str\ ength(x) = radial\ str\ ength(y)\ and \\ &thickness(x) = thickness(y)\ and \\ &inner\ diam\ eter(x) = inner\ diam\ eter(y)\ and \\ &outer\ diam\ eter(x) = outer\ diam\ eter(y) \end{aligned}$$

본 논문에서는 식별조건 정의의 기준으로 사용될 수 있는 이러한 특성을 속성이라 한다. 위 예로부터, 부품군의 속성으로 정의되는 개념은 반 영속적이어야 함을 알 수 있다. 이러한 특성은 적어도 해당 부품군 즉, 적어도 하나의 실제 상황 에 있어서는 모든 인스턴스에 필수적이어야 하기 때문이다. 또한, 속성은 해당 부품군에 의존적임을 알 수 있다. 따라서 속성은 MATERIAL ROLE에 해당된다. 속성은 별도의 계층구조를 구성하지 않고 부품군과 동시병행적으로 정의된다. 속성은 부품군이 명확히 정의되도록 하고, 반대로 부품군은 속성이 명확한 의미를 갖도록 한다. 즉, 두 개념은 서로의 정의 배경 (definition context)을 제공하는 역할을 한다.

두번째 문제는 식별조건 정의의 순환 문제[17]에 관련된 다. 두 부품이 동일한 식별조건을 가진다고 말하기 위해서는 두 부품의 속성이 가지는 (이차적) 속성이 동일하기 때문에 (일차적) 속성이 서로 동일하다고 말 할 수 있어야 한다. 예를 들어, 두 부품군이 같은 속성을 가지고 있어 동일하다는 것을 판별할 때, 비교 대상이 되는 속성이 같은 것 인지를 알기 위해서는 속성의 (이차적) 식별조건이 다시 필요하게 된다. 즉, 부품군의 식별조건 정의는 속성의 식별조건 정의를 요구한다. 그런데, 이러한 요구는 끊임없는 식별 조건 정의를 불러온다. 부품군 속성의 계량을 위한 범위를 명시적인 식별조건이 필요 없는 개념으로 좁히고(예를 들어 명칭 만으로 또는 일상적인 언어로 설명하여도 오류 없이 명확하게 의미를 전달할 수 있는 개념), 이 개념을 상위 개념으로 이용하여 부품군의 속성을 정의하는 방법으로 식별 조건 정의의 순환 문제를 회피할 수 있다. 부품군의 속성은 자신의 (이차적) 식별조건을 가지지 않고 상위 개념의 직관적인 의미를 상속받는다.

본 논문에서는 이러한 부품군 속성의 상위 개념 즉, 속성 계량을 위한 직관적 의미를 가지는 개념을 원시 속성이라 한다. 원시 속성은 영속적이어야 한다. 속성의 상위 개념으로 사용된 모든 인스턴스(즉, 모든 실제 상황)의 에 있어 참여해야 하기 때문이다. 따라서, 원시 속성은 QUASI-TYPE에 해당되며 식별성에 영향을 주지 않는 특성의 조합을 바탕으로 개념의 범위와 같은 상위 수준의 조직을 표현하는 역할을 담당한다. QUASI-TYPE이 다른 영속적인 개념과 포함관계를 가질 수 있기 때문에 원시 속성들은 별도의 계층 구조를 구성한다.

부품군의 글로벌 속성만으로 부품 라이브러리 사용자가 실제로 하나의 부품을 선택하기 위해 제공되어야 하는 정보

를 충분히 표현하기 어렵다. 예를 들어, 여러 공급자가 동일한 부품을 공급하고 있다고 가정해 보자. 동일한 부품이란, 주요 형상 치수 및 기능이 동일해서 어떤 것을 사용하더라도 제품 조립 시 문제 없고 개발 요구 기능을 만족하는 부품을 말한다. 즉, 동일한 부품은 동일한 글로벌 속성 값을 가진다. 그러나 구매자가 이러한 동일한 부품 중에서 실제로 하나의 부품을 선택하기 위해서는 글로벌 속성으로 사용되지 않은 추가적인 특성에 대한 정보가 필요하다. 추가적인 특성은 보조 형상에 관련된 것들, 특정 공급자의 부품이 추가로 제공하는 기능에 관련된 것들, 거래에 관련된 것들이다.

이러한 추가적인 특성을 표현하기 위해 별도의 지식 모델링 프리미티브가 필요하다. 본 논문에서는 부품 모델 프리미티브를 이용하여 모델링한다. 부품 모델로 표현되는 개념은 부품군 개념과 같이 부품 클래스를 표현하지만 추가적인 특성을 가진다. 부품 모델 개념은 글로벌 식별조건을 표현하는 속성을 상속받기 위해 반드시 부품군 개념을 상위 개념으로 가져야 한다. 부품 모델은 상위 개념인 부품군의 인스턴스를 다시 재 분할하여 몇 개의 그룹으로 나누는 역할을 한다. 왜냐하면, 추가적인 특성은 공급자에 따라 달리 정의되고 해당 공급자 도메인에서만 의미를 가지며 다른 공급자 도메인에서는 의미가 명확하지 않거나 달라 질 수 있기 때문이다. 부품 모델은 PHASED SORTAL에 해당되고 추가적인 특성은 로컬 식별조건에 해당된다.

부품군들을 다시 유사한 범주로 묶어 그룹핑하는 개념이 필요하다. 이러한 개념은 하위 부품군들을 묶어 범주화 할 뿐이며 자신의 명확한 멤버십 조건을 가지지 않는다. 따라서, 식별조건은 제공하지 않는다. 이러한 개념을 부품군 범주라 한다. 그러나, 해당 범주에 속하는 모든 부품들에게는 본질적이다. 따라서 부품군 범주는 CATEGORY에 해당한다. 부품군 범주는 부품군과 같은 개념의 하위 개념이 될 수 없다. 그렇지 않다면, 상위 개념에서 속성을 상속받게 되기 때문이다. 따라서 부품 계층 구조 상에서 항상 최상위에 나타나야 한다.

마지막으로, 모든 개념에 설명, 데이터 타입, 값 범위, 척도 등의 정보가 명세되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 정보를 메타 속성이라 한다. 메타 속성은 ATTRIBUTION에 해당된다. 왜냐하면, 이러한 정보는 모든 인스턴스에 나타나야 하고 즉, 모든 인스턴스에 필수적이고 동일한 값을 가져야 하기 때문이다.

4. 부품 라이브러리 지식 모델링 프레임워크의 적용과 분석

제안된 부품 라이브러리를 위한 지식 모델링 프레임워크를 실제 금형 부품 라이브러리에 적용하여 타당성을 검증하였다. 우선, 제안된 프레임워크를 이용하여 금형 부품 공급자들의 부품 라이브러리[18, 19]를 분석하여 소스 온톨로지들과 참조 온톨로지[20]를 작성하였다. 이 과정에서 제안된 프레임워크가 부품 라이브러리 지식을 체계적으로 분류하고

일관되게 구조화하는데 도움을 주며 결과적으로 불일치들이 처리하기 쉬운 형태로 제한된다. 또한, 처리하기 쉬운 형태로 제한된 불일치를 해결하여 소스 온톨로지를 자동 병합하는 알고리즘을 개발하였다. 개발된 알고리즘을 여러 부품 라이브러리에 대한 단일한 통합 인터페이스를 제공하는 웹 기반 프로그램[21]에 구현하여 본 논문의 접근 방식의 현장 적용 가능성을 검증하였다.

4.1 부품 라이브러리 온톨로지의 모델링

개발된 온톨로지들을 살펴보면, 부품 라이브러리 지식 모델링 프리미티와 이들의 논리적 의미 및 적용 원리가 온톨로지 개발자들이 대상 도메인의 지식을 체계적이고 일관되게 모델링 하는데 도움을 주는 것을 알 수 있다. (그림 3)은 모델링된 온톨로지의 일부를 보여 준다.

볼 가이드 부상 가이드포스트 세트, 가동 스톱퍼 볼 가이드 포스트 세트, 볼 가이드 부상 압입형 포스트 세트 등의 부품 클래스 개념이 식별되고 부품군으로 모델링 되었다. 이러한 개념들은 공급자에 따라 또는 시간에 따라 의미가 달라지지 않기 때문이다. 또한, 부품의 주요 형상 또는 주요 기능에 해당되고, 따라서 최소한 해당 부품의 모든 인스턴스에 언제나 필수적인 성질인 글로벌 속성을 정의할 수 있기 때문이다. 부상 바깥 지름, 가이드 포스트 지름, 가이드 포스트 압입부 길이, 고정 스톱퍼 길이 등이 글로벌 속성으로 모델링 되었다. 이러한 글로벌 속성의 의미는 부품 공급자 또는 시간에 따라 달라지지 않기 때문에 언제나 각 인스턴스들을 개별적으로 구분하고 재 식별할 수 있도록 한다.

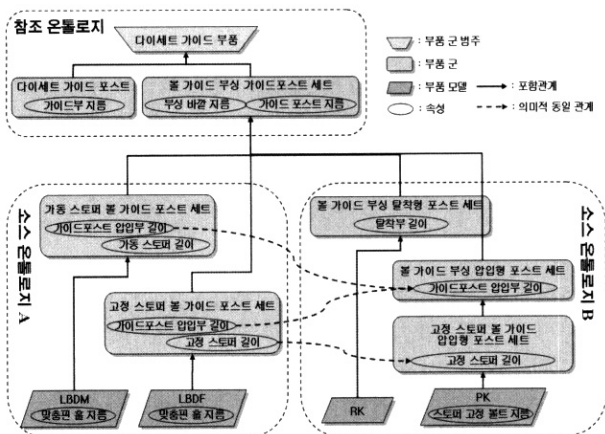
한편, 실제 부품 공급자들의 부품 라이브러리들은 주문 내용을 명세하기 쉽고 주문에 따른 생산 그리고 배송 관련 정보를 쉽게 관리할 수 있도록 LBDM, LBDF, RK, PK 등과 같이 상세한 수준의 특화된 부품 클래스를 정의하고 이들을 중심으로 구축된다. 그런데 이러한 부품 클래스 개념들은 공급자의 편의에 따라 정의되며 해당 공급자의 영역에서만 명확한 의미를 가진다. 따라서 이들은 부품 모델로 모델링 되었고, 부품 공급자 또는 시간에 따라 의미가 달라지

지 않는 부품군의 하위 개념으로 정의되었다. 부품 모델은 상위 온톨로지 이론에서 제안한 PHASED SORTAL의 존재론적 본성에 비추어 보면 부모 부품군의 특별한 형태라 생각할 수 있다. 이러한 부품 모델 개념은 주요 형상 또는 주요 기능에 해당되는 새로운 글로벌 속성을 가질 수 없는 반면, 그들의 부모 부품군의 글로벌 속성에 추가하여 보조 형상 또는 추가 기능과 관련된 로컬 속성을 가진다. 맞춤형 홀 지름, 스톱퍼 고정 볼트 지름 등이 로컬 속성으로 모델링 되었다.

본 논문에서 제안한 지식 모델링 프레임워크와 같은 잘 정비된 온톨로지 개발 방법론 없이 부품 라이브러리 온톨로지를 개발하면 체계적이고 일관된 결과를 얻기 힘들다. 실제 금형 부품을 공급하는 전자거래 업체의 전자 카탈로그를 살펴보면 임의적으로 정의된 부품 클래스들과 모호한 의미를 가지는 속성들을 쉽게 찾을 수 있다. 예를 들어, 한 전자거래 업체[22]는 자체적으로 정의한 부품 라이브러리 온톨로지를 바탕으로 전자 카탈로그를 제공한다. 이 회사의 전자 카탈로그를 보면 다이 세트 부품을 재질에 따라 주철제 다이 세트, 스틸 다이 세트 등의 클래스로 분류하고 있다. 그런데, 본 논문에서 제안하는 지식 모델링 프레임워크를 기준으로 보면, 두 클래스는 다이 세트라는 하나의 클래스로 모델링되어야 하고 재질 개념은 이 클래스의 속성으로 모델링되어야 한다. 왜냐 하면, 재질 개념은 자신만의 글로벌 식별 조건을 가질 수 없기 때문에, 별도의 부품군으로 모델링될 수 없기 때문이다. 또한, 이 회사의 전자 카탈로그를 보면 다이 세트용 볼 가이드 포스트 세트 클래스에 부상 고정 형태라는 속성이 정의되어 있음을 볼 수 있는데, 이 속성은 모든 인스턴스에 필수적인 글로벌 속성이라 볼 수 없다. 왜냐하면, 다른 부품과 조립될 때 고려해야 하는 주요 형상에 영향을 주지 않으며 다이 세트를 가이드하는 주요 기능에도 영향을 주지 않기 때문이다. 이러한 속성은 부품 모델에 추가적으로 제공되는 로컬 속성으로 정의되어야 한다.

지금까지의 논의를 정리하면, 본 논문에서 제안한 부품 라이브러리 지식 모델링 프레임워크가 모든 불일치를 완전히 없애지는 못할 지라도 예측가능하고 자동 해결 가능한 범위와 형태로 한정시킨다. 우선, 부품 라이브러리 지식을 해석하는 방식의 차이를 줄임으로써 불일치를 회피 가능한 “사소한” 불일치들로 제한한다. 즉, 식별조건, 연속성 등의 존재론적 본성을 바탕으로 개념 식별 기준을 엄밀하게 제시함으로써 주철제 다이 세트, 스틸 다이 세트 또는 정밀 이젝터 핀과 같은 중대한 범주화 불일치 또는 집성화 수준 불일치를 사전에 차단할 수 있다. 마찬가지로, 클래스의 속성이 만족해야 하는 조건을 존재론적 본성을 바탕으로 엄밀하게 제시함으로써 부상 고정 형태와 같은 중대한 속성 부여 불일치를 회피할 수 있다.

이러한 중대한 불일치 이외에 소스 온톨로지들이 개별적으로 개발됨으로써 필연적으로 발생하게 되는 불일치들은 처리하기 쉬운 형태로 제한된다. 예를 들어, 부품 공급자에 따라 부품 클래스를 식별하고 계층 구조로 구성하는 방식이 조금씩 다를 수 있다. (그림 3)에서 소스 온톨로지 A에서는



(그림 3) 부품 라이브러리 온톨로지의 일부

고정 스토퍼 볼 가이드 포스트 세트라는 부품군을 식별하고 이를 참조 온톨로지의 볼 가이드 부싱 가이드포스트 세트 부품 군의 바로 하위 클래스로 모델링하였지만, 소스 온톨로지 B에서는 한 단계 더 추상화한 볼 가이드 부싱 압입형 포스트 세트 라는 부품군을 모델링하여 참조 온톨로지에 연결하였다. 하지만 두 온톨로지는 추상화 수준에 차이가 있을 뿐 모델링된 개념 간의 의미적 차이가 있는 것은 아니다. 결론적으로, 본 논문에서 제안하는 방법을 따르면 온톨로지 간 불일치는 동일한 상위 개념을 가지고 동일한 종류 즉, 동일한 모델링 프리미티브에 속하는 개념 간에만 발생한다. 더 나아가 불일치를 해소하기 위해 병합되거나 재 정렬되어야 하는 개념은 부품 클래스 개념으로 한정되고 이러한 클래스 개념 간의 비교는 각 클래스에 정의된 속성 개념의 의미적 동질성 판별로 단순화된다.

반대로, 온톨로지들이 임의적으로 개발되면 불일치들이 임의의 표현식 간에 발생하게 된다. 클래스 표현식과 속성 표현식 간의 매핑, 심지어는 클래스 표현식과 여러 클래스의 인스턴스들 중 특정 조건을 만족하는 것들을 명세하는 복합 표현식 간의 매핑이 필요해진다. 결과적으로, COIN 방식에서와 같이 통합 대상이 되는 모든 부품 라이브러리에 대한 해박한 지식을 가지는 사람이 수작업으로 직접 임의의 매핑을 명세하거나, BUSTER 방식에서와 같이 컴퓨터 프로그램이 매핑을 자동 또는 반자동으로 생성할 수 있도록 미리 사용 가능한 속성을 모두 정의해야 한다.

4.2 온톨로지 병합 알고리즘 및 부품 라이브러리의 중계 시스템

4.1절에서 논의한 것과 같이 온톨로지들이 비교 가능하고 균질하게 개발되면 불일치들이 처리하기 쉬운 형태로 제한되고, 따라서 온톨로지 자동 병합 프로그램을 쉽게 개발할 수 있다.

본 논문에서 제안한 방식으로 소스 온톨로지들이 개발되면 온톨로지 자동 통합 프로세스는 각 소스 온톨로지들이 참조 온톨로지를 통해 연결된, (그림 3)과 같은 초기 통합 온톨로지에서도 시작할 수 있다. 이 초기 통합 온톨로지는 단일한 트리 구조를 가지기 때문에 잘 알려진 트리 전위 순회 알고리즘 (pre-order tree search algorithm)을 이용하여 쉽게 구현된다. 그러나 트리의 각 노드 방문 시 해당 노드를 부모 노드로 하여 다음의 두 과정이 적용되어야 하고, 그 결과로 아직 방문하지 않은 하위의 트리 구조가 동적으로 재 구성된다.

- (1) 만약 자식 클래스 중에 동일 개념 클래스가 존재하면 이들을 하나로 병합한다. 병합은 동일 개념 클래스 중 하나만 남기고 다른 클래스는 모두 삭제하며 삭제된 클래스의 자식 클래스를 남겨진 클래스의 자식으로 이동시킨다.
- (2) 다음 단계로, 자식 클래스 중에 포함 관계가 있는 클래스가 있으면 포함 관계를 설정한다. 포함 관계 설정

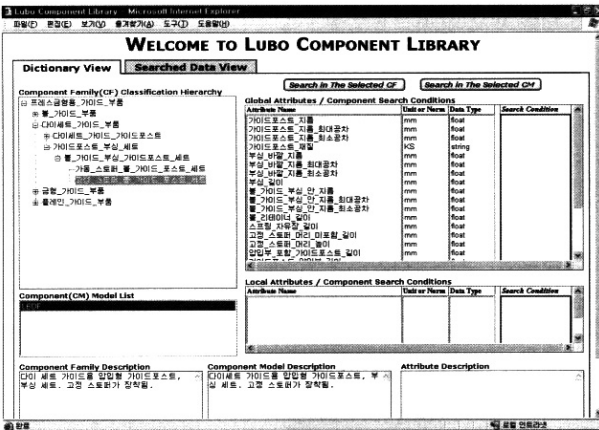
은 포함되는 클래스를 포함하는 클래스의 자식 클래스로 설정하고 포함되는 클래스의 현재 부모 방향 포함 관계를 삭제한다.

위와 같은 과정이 필요한 이유는, 초기 통합 온톨로지가 클래스 상속 관계를 통해 각 소스 온톨로지가 참조 온톨로지에 개별적으로 연결되어 구성되기 때문에 동일한 개념을 표현하는 클래스들이 존재할 수 있기 때문이다. 또한, 서로 다른 소스 온톨로지에서 정의되었기 때문에 명시적으로 포함 관계가 표현되지 않은 클래스들이 트리의 여러 레벨에 걸쳐 존재할 수 있기 때문이다. 이때, 두 클래스가 같은지, 두 클래스가 포함 관계를 가지는지를 판별할 수 있는 기준은 불일치들이 예측 가능한 형태로 제한되는 특성과 일반적인 클래스 멤버십 조건의 의미로부터 다음과 같이 유도할 수 있다. 두 클래스가 동일한 상위 클래스를 가지고 동일한 종류 즉, 동일한 모델링 프리미티브에 속할 때, 동일한 속성을 가지고 있으면 동일 개념 클래스이다. 한 클래스가 다른 클래스에 정의된 모든 속성을 가지고 다른 속성을 추가적으로 가지면 전자는 후자의 하위 클래스이다.

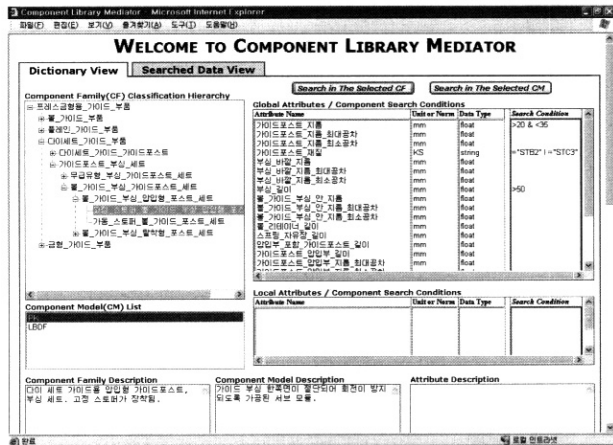
위에서 설명한 온톨로지 통합 알고리즘을 구현하여 소스 온톨로지를 자동 통합하고 통합된 부품 라이브러리에 대한 단일한 인터페이스를 제공하는 웹 응용 프로그램을 구현하였다[21]. 이 프로그램은 Microsoft® Windows XP와 Microsoft® Internet Information Services (IIS) v5.1를 각각 운영체제와 웹 서버로 사용하는 개인용 컴퓨터 상에서 Microsoft® .NET Framework SDK v1.1를 개발 툴로 사용하여 웹 응용 프로그램으로 개발되었다.

(그림 4)는 (그림 3)의 소스 온톨로지 A를 해석하여 프로그램이 생성한 화면이다. (그림 5)는 여러 소스 온톨로지들을 자동 병합하고 이를 해석하여 프로그램이 생성한 화면이다. 두 화면은 해당 부품 라이브러리에 대한 검색 인터페이스를 제공한다. 특히, (그림 5)의 화면은 여러 부품 라이브러리가 자동 통합된 가상의 글로벌 부품 라이브러리에 대한 인터페이스라 볼 수 있다. 두 그림으로부터 소스 온톨로지 A에서 볼 가이드 부싱 가이드포스트 세트 부품군 밑에 분류되었던 자동 스토퍼 볼 가이드 포스트 세트 부품군과 고정 스토퍼 볼 가이드 포스트 세트 부품군이 통합 온톨로지 에서 볼 가이드 부싱 압입형 포스트 세트 부품군 밑으로 재 분류된 것을 볼 수 있다. 또한, (그림 4)의 LBDF 부품 모델이 (그림 5)에서는 다른 소스 온톨로지의 부품 모델들과 함께 나타나는 것으로부터 고정 스토퍼 볼 가이드 포스트 세트 부품군이 다른 소스 온톨로지의 동일한 부품군과 자동 병합된 것을 알 수 있다.

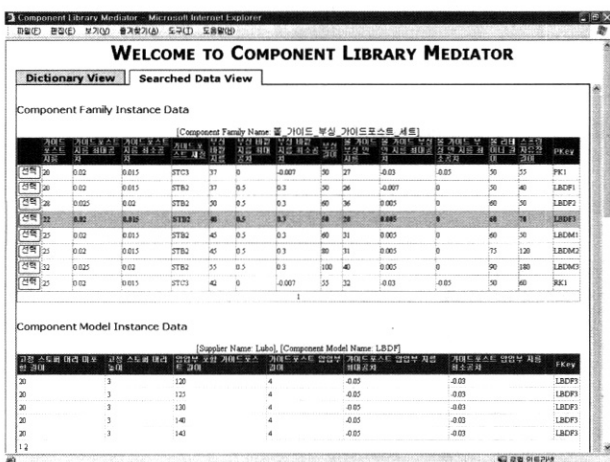
(그림 6)은 자동 통합된 글로벌 부품 라이브러리를 통해 볼 가이드 부싱 압입형 포스트 세트 부품군에 속하는 부품 중 (그림 5)에 표시된 검색 조건을 만족하는 부품을 검색한 결과를 보여주는 화면이다. 하나의 부품군 인스턴스는 여러 개의 부품 모델 인스턴스에 대응될 수 있다. 따라서, Component Family Instance Data 테이블에서 부품군 인스



(그림 4) 부품 공급자 A의 부품 라이브러리에 대한 온톨로지 뷰 화면



(그림 5) 자동 통합된 글로벌 부품 라이브러리에 대한 온톨로지 뷰 화면



(그림 6) 검색 조건을 만족하는 부품을 검색한 결과 데이터 뷰 페이지

턴스 하나를 선택하면 여러 개의 부품 모델 인스턴스들이 별도의 테이블에 표시된다. 또한, 하나의 부품군 하위에는

많은 부품 모델들이 포함되기 때문에 부품 모델 인스턴스를 나타내는 *Component Model Instance Data* 테이블은 여러 개가 표시될 수 있다. 결론적으로, 실제 부품 데이터는 *Component Family Instance Data* 테이블에서 선택된 인스턴스의 글로벌 속성 값과, *Component Model Instance Data* 테이블에 표시된 특정 인스턴스의 로컬 속성 값을 함께 결합하여 검토할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 상위 온톨로지 이론을 기반으로 개발된 부품 라이브러리를 위한 지식 모델링 프레임워크를 이용하여 소스 온톨로지들이 서로 비교 가능하고 균질해 지도록 하고, 이를 바탕으로 부품 라이브러리 정보를 자동 통합하는 방법에 대해 설명하였다. 이 프레임워크는 엄밀한 존재론적 해석이 각 지식 모델링 프리미티브에 부여되어 온톨로지 개발자들이 부품 라이브러리 지식을 체계적으로 분류하고 일관되게 구조화하도록 한다. 결과적으로 작성되는 온톨로지들 간의 불일치가 처리하기 쉬운 형태로 제한되고, 따라서 온톨로지 간 매핑이 단순해져 자동 병합 또는 자동 정렬 알고리즘을 쉽게 구현할 수 있다.

4절의 적용 결과 및 분석을 통해 정리한 장점들에도 불구하고, 본 논문에서 제안하는 방법이 부품 라이브러리들의 정보 자동 통합을 위한 완벽한 해결책이라 볼 수는 없다. 무엇보다, 본 논문에서 대상으로 가정한 부품 라이브러리 지식이 전부가 아니기 때문이다. 부품 라이브러리에는 부품 분류 계층 구조 (taxonomic structure)와 각 부품 클래스 별 속성 정의와 같은 정적인 지식뿐만 아니라 조립 관계와 같은 비 계층 구조 관계 및 클래스 또는 인스턴스의 의도된 사용을 제약하기 위한 공리 (axiom)들이 표현될 수 있다. 그러나, 부품 조달을 위한 일반적인 B2B 전자 거래 환경에서는 부품 분류 계층 구조를 중심으로 한 정적인 지식이 중요 역할을 하며, 따라서 이러한 정적인 지식을 체계적으로 표현하고 활용하는 것이 대부분의 문제를 해결할 수 있기 때문에[1, 2, 3], 본 논문에서는 비 계층 구조 관계와 동적인 제약 조건과 관련된 지식을 다루지 않았다. 향후 비 계층 구조 및 동적인 제약 조건과 관련된 지식을 체계적으로 표현하고 활용할 수 있도록, 본 논문에서 제안한 모델링 프레임워크가 확장되거나 그러한 지식을 표현하고 활용할 수 있는 기술과 결합되어야 한다.

참고 문헌

[1] Dieter Fensel, Ying Ding, Borys Omelayenko, Ellen Schulten, Guy Botquin, Mike Brown, Alan Flett, "Product data integration in B2B e-commerce", Intelligent Systems, IEEE, Vol.16, issue 4, 2001.
 [2] 김기룡, 김동규, 김제욱, 박상욱, 이익훈, 이상구, 전종훈, "유동

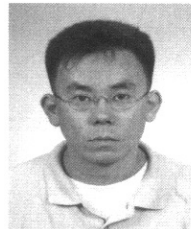
적 전자 카탈로그를 위한 관계형 데이터베이스 모델 제안”, 한국데이터베이스학회 논문집, 2002.

- [3] 박주성, “개별업체 특성화를 지원하는 전자카탈로그 시스템”, KAIST 석사학위 논문, 2004.
- [4] Hyunja Lee, Junho Shim, “When Ontology meets e-Catalog”, Proceedings of the e-Biz World 2004 International Conference, Seoul, Feb., 2004.
- [5] 조준면, 한순흥, 김 현, “상위 온톨로지를 이용한 부품 라이브러리의 정보 통합”, 한국전자거래학회 논문집, 10(2), 2005, 게재 예정.
- [6] Michel Klein, “Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions”, Proceedings of the IJCAI-01 Workshop on Ontologies and Information Sharing, Seattle, USA, 2001.
- [7] P. R. S. Visser, D. M. Jones, T. J. M. Bench-Capon, M. J. R. Shave, “An analysis of ontology mismatches: heterogeneity versus interoperability”, Working notes of the AAAI 1997 Spring Symposium on Ontological Engineering, Stanford University, California, USA, 1997.
- [8] Riichiro Mizoguchi, “A step towards ontological engineering”, Proceedings of The 12th National Conference on AI of JSAI, 1998.
- [9] H. Wache, T. Vogeles, U. Visser, H. Stuckenschmidt, G. Schuster, H. Neumann, S. Hubner, “Ontology-based integration of information—a survey of existing approaches”, Proceedings of the IJCAI-01 Workshop: Ontologies and Information Sharing, Seattle, WA, 2001.
- [10] R. Davis, H. Shrobe, P. Szolovits, “What is a knowledge representation?”, AI Magazine, 14(1), 1993.
- [11] Nicola Guarino, “Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation”, International Journal of Human-Computer Studies, 43(5-6), 1995.
- [12] Cheng Hian Goh, Stephane Bressan, Stuart Madnick, Michael Siegel, “Context interchange: new features and formalisms for the intelligent integration of information”, ACM Transactions on Information Systems, 17(3), 1999.
- [13] H. Stuckenschmidt, T. Vogeles, U. Visser, R. Meyer, “Intelligent brokering of environmental information with the BUSTER system”, Proceedings of the 5th International Conference ‘Wirtschaftsinformatik’, Ulm, Germany, 2001.
- [14] Guy Pierra, “Context-explication in conceptual ontologies: the PLIB approach”, Proceedings of CE’2003, Special track on Data Integration in Engineering, Madeira, Portugal, 2003.
- [15] Nicola Guarino, Christopher Welty, “A formal ontology of properties”, Proceedings of 12th Int. Conf. on Knowledge Engineering and Knowledge Management, Lecture Notes on Computer Science, Springer Verlag, 2000.
- [16] Robert M. Colomb, “Use of upper ontologies for inter-operation of information systems: a tutorial”, Technical Report 20/02 ISIB-CNR, Padova, Italy, 2002.
- [17] Massimiliano Carrara, Pierdaniele Giarretta, “Four basic theses about identity criteria”, Technical Report 11/2001,

LADSEB-CNR, Padova, Italy, 2001.

- [18] ㈜루보의 전자 카탈로그 주소: http://www.luboinc.co.kr/english/product/product02_01.htm.
- [19] ㈜신원의 전자 카탈로그 주소: http://www.shinweon.com/Eng/product/product_menu.htm.
- [20] 조준면, 한순흥, “PLIB을 기반으로 한 금형부품 Data Dictionary”, 한국전자거래학회 논문집, 8(3), 2003.
- [21] 구현된 부품 라이브러리 통합 시스템의 Web 주소: <http://129.254.164.61/CLMediatorWeb/default.htm>.
- [22] (주)허브엠닷컴의 전자 카탈로그 주소: <http://www.hub-m.com/default.asp>.

조 준 면



e-mail : cjmyun@icad.kaist.ac.kr,
jmcho@etri.re.kr

1993년 한국과학기술원 기계공학과(학사)
1995년 한국과학기술원 자동화설계공학과(공학석사)

1995년~2001년 ㈜불보건설기계코리아
기술연구소(구 삼성중공업
중앙연구소) 선임연구원

2001년~현재 한국과학기술원 기계공학과(박사과정 재학)
관심분야 : 제품정보관리 (PDM), Ontological Engineering,
지능형 정보 시스템

한 순 흥



e-mail : shhan@kaist.ac.kr
1990년 미국 Michigan대 박사

1979년~1992년 해사기술연구소(현 해양
연구원)

1993년 현재 카이스트 자동화설계공학과,
기계공학과 교수

2003년 전자거래학회(www.calsec.or.kr) 회장
2001년~2003년 스텝센터(www.kstep.or.kr) 회장
2001년~2003년 International Journal of CAD/CAM
(www.ijcc.org) 편집장

관심분야 : CAD모델표준 STEP, Intelligent CAD, VR 응용

김 현



e-mail : hyunkim@etri.re.kr

1984년 한양대학교 기계설계학과(학사)

1987년 한양대학교 기계설계학과
(공학석사)

1997년 한양대학교 기계설계학과
(공학박사)

1998년~1999년 한양대학교 산업공학과 겸임교수

1990년~현재 한국전자통신연구원 소프트웨어로봇연구팀장,
책임연구원

관심분야 : Intelligent System, Distributed Computing, Context-Awareness, Engineering Knowledge Management