

AN APPROACH FOR DOMAIN ONTOLOGY CREATION OF SYSTEMS PROCESSING PRISMATIC PARTS

Kostadin STOYANOV, Daniela GOCHEVA, Idilia BACHKOVA, Georgi POPOV

Abstract: This article proposes an approach for development of domain ontologies based on the standard for integrated production and management systems - IEC/ISO 62264. The proposed method involves the use of a developed reference meta-ontology based on the same standard. The present article discusses the developed distributed domain ontology for reconfigurable manufacturing systems and separate meta-classes of the meta-ontology, which are used for the initial connections between ontological modules.

Keywords: IT, interoperability, ontology, reconfigurable manufacturing systems, IEC/ISO 62264

ПОДХОД ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ДОМЕЙН ОНТОЛОГИИ НА СИСТЕМИ ЗА ОБРАБОТКА НА ПРИЗМАТИЧНО КОРПУСНИ ДЕТАЙЛИ

Костадин СТОЯНОВ, Даниела ГОЧЕВА, Идилия БАЧКОВА, Георги ПОПОВ

Абстракт: Настоящата статия предлага подход за разработване на домейн онтологии, в областта на реконфигуриращите се производствени системи, базиран на стандарта за интегрирани системи за производство и управление IEC/ISO 62264. Предложеният подход предполага използването на разработена референтна мета онтология, базирана на същия стандарт. В статията е разгледана разработената разпределена домейн онтология за реконфигуриращи се производствени системи и отделни мета класове от мета онтологията, които се използват за осъществяване на първоначалните връзки между отделните онтологични модули.

Ключови думи: информационни технологии, оперативна съвместимост, онтологии, РПС, IEC/ISO 62264

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Някои от основните проблеми, свързани с функционирането на реконфигуриращите се производствени системи се дължат на липсата на интеграция и оперативна съвместимост. В [1] са разгледани някои от проблемите, свързани с оперативната съвместимост в производствените системи и е предложена концепция за нейното постигане в реконфигурираща се производствена система, чрез употребата на онтологии и утвърдени стандарти. Настоящата статия представя подход за разработване на домейн онтологии. Стандартът ISO/IEC-62264 [2, 3] се основава на общоприети информационни модели и представлява споразумение между водещи фирми от индустрията и софтуерни компании за създаване на обща рамка и насоки за проектиране и интеграция на информационни и управляващи системи. На базата на най-добрите практики независимо от конкретни реализации, стандартът ISO/IEC-62264 предлага обща терминология и съвместими информационни модели, създадени на необходимото ниво на абстрактност и общност, с цел да могат да бъдат използвани в производствени системи от различен тип. На базата на стандарта ISO/IEC-62264, в [4] е предложена мета онтология, която обхваща всички модели, обекти, релации и атрибути, дефинирани в стандарта.

Основна цел на доклада е да представи подход за създаване на домейн онтологии на системи за обработка на призматично корпусни детайли. Инженерните онтологии представляват формални машинно обработваеми модели, които специфицират явно понятията и релациите в дадена област, представяйки общи и съгласувани знания за областта с цел да бъдат използвани многократно в различни независими приложения. Според [5] онтологиите се състоят от понятия (наричани също класове), релации (наричани също свойства), индивиди и аксиоми с цел дефиниране на изисквания и ограничения, верифициране на нейната коректност и извличане на неявна, нова информация. С оглед на подобряване качествата на онтологичната система по отношение на системата за логически извод, е предпочетен подход с използване на разпределени домейн онтологии, съгласно мета онтологията, базирана на стандарта ISO/IEC-62264.

Статията е представена в три части, като първата илюстрира накратко предлагания подход, а втората е информативна и има за цел да представи мета онтологията и в частност мета класове „Клас Оборудване“, „Клас Материали“, „Продуктови дефиниции“ и „Процесни сегменти“, които са дефинирани

от стандарта. Третата част представя модулите на разпределената домейн онтология, които са създадени за реконфигуриращи се производствени системи, на базата на гореспоменатите мета класове.

2. ПОДХОД ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ДОМЕЙН ОНТОЛОГИИ

Предлаганият подход използва разработената мета онтология [4], базирана на първа и втора част от стандарта IEC/ISO 62264 и я разширява и конкретизира. На базата на стандарта ISO/IEC-62264 са дефинирани мета класове и необходимите връзки между тях, които са залегнали в мета онтологията, а отделните домейн онтологии допълват тези връзки със свои собствени и обогатяват знанието в отделните области. Идеята е да се опишат и детайлизират не само отделните машини, но също така и необходимите за едно производство технологична екипировка, материали, технологични операции, резервни части и т.н. Домейн онтологиите се изграждат от отделни класове и подкласове, до достигане на индивид. Класовете се описват със съответните ограничения, ограничения на свойствата или аксиоми, за да отговорят на изискването за непротиворечие в онтологията, а самите индивиди, които детайлизират съответен обект, се описват със свойства тип данни. Релациите между отделните индивиди се осъществяват чрез обектни свойства, които могат да бъдат функционални, симетрични, асиметрични и др. При подходящо наложени ограничения на класовете и индивидите е възможно извличането на информация от онтологията за наличните ресурси или за необходимите изисквания, за производството на дадено изделие да става по-бързо.

С цел осигуряването на по-висока ефективност при обработката на заявки и на механизмите за логически извод, осигуряването на по-гъвкави политики за репликация на базата знания, както и повишаване на надеждността и мащабируемостта на системата, е предпочетено създаването на разпределена система от домейн онтологии, разработена в съответствие с предложената мета онтология, на базата на стандарта IEC/ISO 62264. Разпределената система от онтологии представлява съвкупност от логически свързани автономни възли, наречени онтологични модули. Всеки възел притежава механизъм за логически извод. Онтологичните модули са логически взаимосвързани, тъй като те принадлежат към една и съща мета онтология. Връзката между отделните модули и техните позиции са включени като мета данни, така че да могат да се използват за координиране на възлите при изпълнението на задачи като обработка на заявки, съвместна доразработка на онтологията и др. Моделират се различни видове метаданни за онтологиите, които могат да се отнесат към следните групи: описателни метаданни; метаданни за произход - касаещи процеса на създаване; метаданни за зависимост, управляващи връзките с други онтологии и тяхната съвместимост, както и статистически метаданни, например за размера на онтологията от гледна точка на онтологични елементи, аксиоми и т.н.

3. МЕТА ОНТОЛОГИЯ

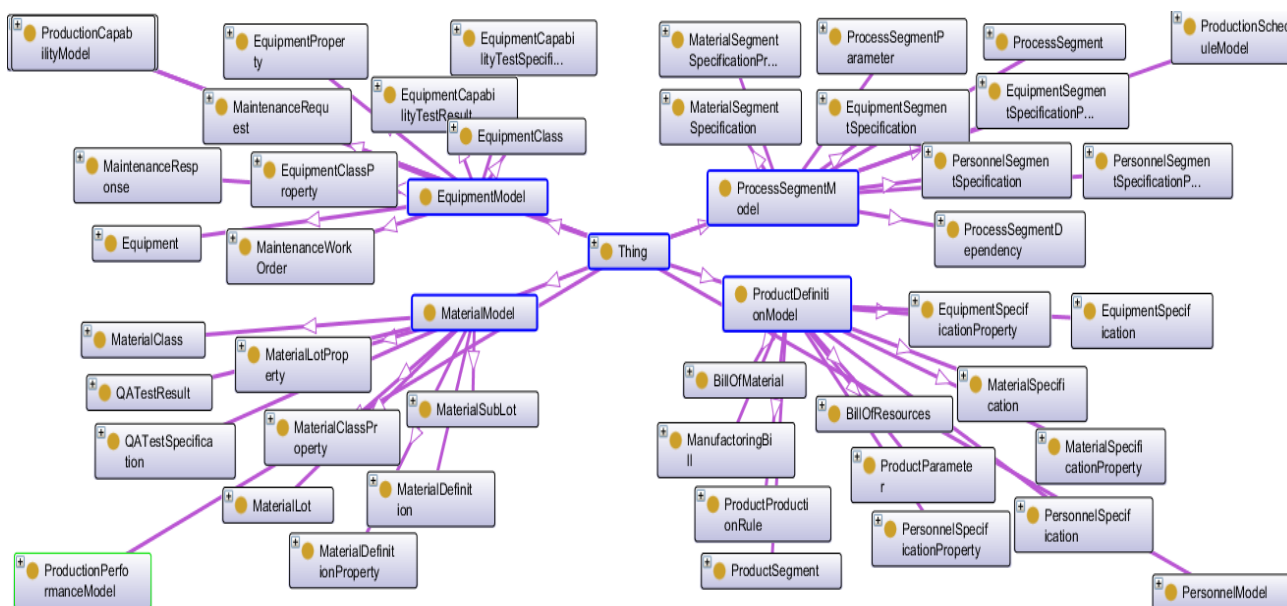
На базата на основните идеи, принципи, дефиниции и модели, в съответствие с обхвата и функциите на стандарта IEC/ISO 62264, е създадена мета онтология за интеграция на информационно-управляващите системи в предприятията, която представлява рамка (скелет) за създаване и интегриране на различни по функции, цел и предназначение домейн онтологии. Чрез мета онтологията са формализирани най-общите аспекти на функциониране на предприятията, свързани с понятия, релации и основни правила. Мета онтологията позволява създаване, анализиране, изпълняване, проверка и валидиране на модели, както и осъществяване на проверка за взаимната съгласуваност на моделите.

На фиг.1 са представени класовете в разработената мета онтология. Основната информация, според стандарта IEC/ISO 62264 части 1 и 2, е структурирана чрез мета класове, които описват ресурсите: „Персонал“ (Personnel), „Оборудване“ (Equipment), „Материали“ (Material) и „Процесни Сегменти“ (Process Segment) и мета класовете, които обхващат информацията, споделяна между трето и четвърто ниво в йерархичния модел на предприятията: „Продуктови дефиниции“ (Product Definition), „Производствени възможности“ (Production Capability), „Производствен график“ (Production Schedule), и „Производствена отчетност“ (Production Performance).

3.1. Мета клас „Оборудване“

Мета клас „Оборудване“ (Equipment) съдържа информация за конкретното оборудване в предприятието, за типа оборудване, към който принадлежи всеки конкретен агрегат, за дейностите по проверка и поддръжка на оборудването. Според идеята, залегнала в стандарта IEC/ISO 62264, оборудване е не само отделната машина, но и цялото предприятие, цехове, производствени участъци, производствени линии и агрегати. Таксономичната структура, която е в основата на онтологичния подход, представя йерархичния модел на стандарта IEC/ISO 62264 буквално, еднозначно, без

ограничения, за всякакъв тип производствени структури. „Клас оборудване“ (EquipmentClass) е начин за описание на типовете агрегати със сходни характеристики.



Фиг.1. Мета онтология

3.2. Мета клас „Клас Материали“

В мета клас „Материали“ се дефинират връзките между различните материални и енергийни ресурси, конкретните суровини и продукти, техните свойства и стойности на свойствата, заедно с групирането им в партии и подпартии. Мета клас „Материали“ (Material) се състои от четири основни класа: „Клас материали“ (MaterialClass), „Дефиниции на Материали“ (MaterialDefinition), „Партида Материали“ (MaterialLot), „Подпартида Материали“ (MaterialSublot) и класове за дефиниране на свойствата на материалите. „Клас Материали“ (MaterialClass) е свързан с планирането и отчитането на производство, в него се задават типове материали.

3.3. Мета клас „Продуктови дефиниции“

Информацията за създаване на конкретен продукт в производствените предприятия според стандарта IEC/ISO 62264 е информацията, която се споделя между технологичните инструкции за производство (рецепти) (ProductProductionRule), ресурсната структура (BillOfResources) и спецификацията на материалите (BillOfMaterial). Продуктовите сегменти са свързани с процесните сегменти. Процесните сегменти са независими от продуктите, но продуктовите сегменти се отнасят за конкретен продукт. Клас „Продуктови сегменти“ (ProductSegment), подклас на мета класа „Продуктови дефиниции“ (ProductDefinition) съхранява информация за ресурсите и техните характеристики, необходими за производството на даден продукт: оборудване, материали, персонал. Всички продуктови сегменти за даден продукт дефинират последователността на сегментите, които са необходими за производството на продукта, като описват процеса за целите на планирането. Технологичните инструкции (рецепти) задават допълнителни детайли за реалния производствен процес.

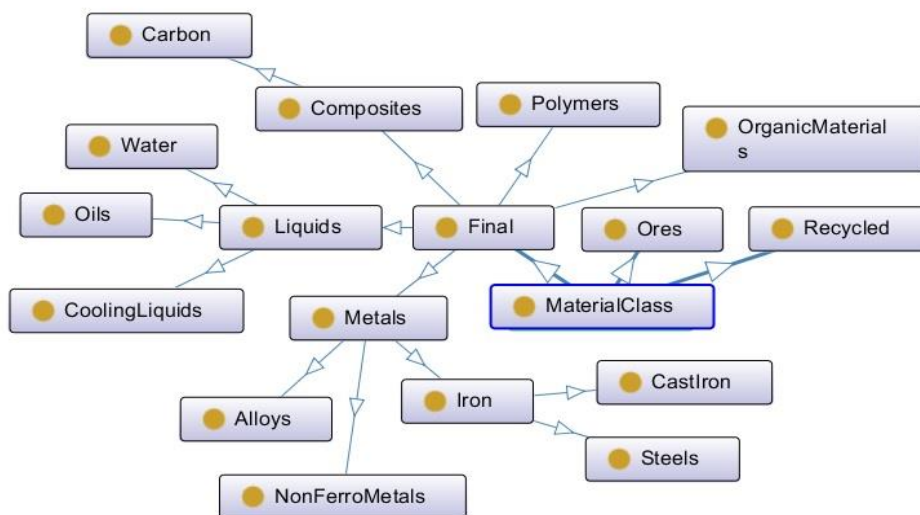
3.4. Мета клас „Процесни сегменти“

Мета клас „Процесни Сегменти“ (ProcessSegment) представя всеки производствен процес като логическо групиране на ресурси, необходими за извършване на производствен етап. Клас „Процесни Сегменти“ (ProcessSegment) обединява конкретни спецификации персонал, материали и оборудване за един производствен етап. При дефинирането на процесните сегменти се включва и количеството на ресурсите, които са необходими. Процесните сегменти са свързани с продуктовите сегменти, като един процесен сегмент може да се отнася за един или повече продуктови сегмента (ProductSegment). Процесните сегменти дефинират необходимото време за провеждане на процеса и може да включват технологични инструкции за поддръждане и последователност на сегменти. Те могат да съдържат спецификации на ресурси, когато са необходими за съответните процеси и параметри, които са дефинирани в конкретни заявки за продукти.

4. ДОМЕЙН ОНТОЛОГИИ

4.1. Домейн онтология „Клас Материали“

„Клас Материали“ от домейн онтологията наследява всички връзки от отговарящият му мета клас от мета онтологията и допълва знанието за отделни групи материали. На фиг.2 е представена структурата на домейн онтологията като основните три класа материали се разделят на рециклируеми, руди и готови за употреба. Както може да се види от фигурата, за случая е представен по-подробно класа с готови за употреба материали, като той съдържа подкласовете „Течности“, „Метали“, „Композити“ и „Полимери“. Създавайки индивиди, които да описват всеки един материал със съответните му характеристики като плътност, якост на опън, твърдост, вискозитет и т.н. може да се извлича информация спрямо зададени критерии или да се прави сортиране на индивидите в класове, които имат конкретни ограничения и изисквания (дефинирани класове). Иерархичната структура може да продължи да се разширява до достигането на определена конкретика като същевременно се налагат съответните ограничения и всяко подниво освен своите собствени ограничения носи и тези заложи в нивата над него. След достигането на определено ниво на детайлизация онтологията се попълва с индивиди, които представляват конкретни обекти, а самите индивиди се описват по подходящ начин, чрез свойства тип данни. За домейн онтологията „Клас Материали“ са създадени 40 аксиоми, от които 22 са логически. Броят на създадените до момента класове е 18. Създадени са 4 индивида, за описание на характеристиките на три чугуна, които са разпределени в клас „Чугуни“, който е подклас на клас „Желязо“ и дуралуминий разпределен в клас „Сплави“, който е подклас на клас „Метали“.



Фиг.2. Класове от домейн онтология „Клас Материали“

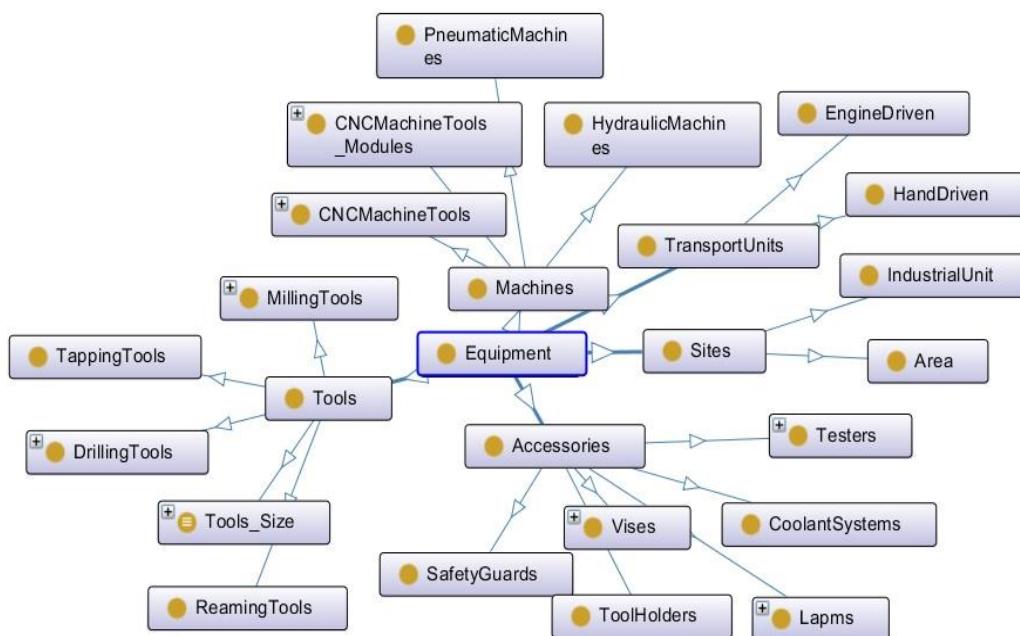
4.2. Домейн онтология „Клас Оборудване“

„Клас Оборудване“ разширява мета клас „Клас Оборудване“. Създадени са 536 аксиоми, от които 340 са логически. Броят на създадените класове е 78, а броят на свойствата тип данни е 62. Някои от класовете, които са представени на фиг.3 и могат да характеризират екипировката в едно производствено предприятие са „Зони“, „Транспортни единици“, „Машини“, „Инструменти“ и др. За класа „Инструменти“ са създадени 15 индивида, които характеризират различни инструменти като свредла, метчици, фрези и райбери. Всеки отделен индивид е разпределен в съответния му клас. Класът „Размер на инструментите“ служи като покриващ аксиома за всички инструменти и позволява сортирането на отделните инструменти спрямо техните габарити в следните класове: „Големи“, „Малки“ и „Средни“. Създадени са класове, които да сортират инструменти според броя на режещите ръбове, скорост на рязане, главен установъчен ъгъл, вида на покритието и др.

4.3. Домейн онтология „Продуктови дефиниции“

В класа „Продукти“, който отговаря на мета клас „Продуктови дефиниции“ са създадени класове, които да спомогнат за класифицирането на видовете производствени изделия. Домейн онтологията съдържа 49 аксиоми, от които 22 са логически, а броят на създадените класове е 20. Единствените подкласове разделят детайлите на призматично-корпусни и ротационно симетрични като от своя страна те съдържат подкласове на съответния детайл. Всеки отделен клас на детайл съдържа

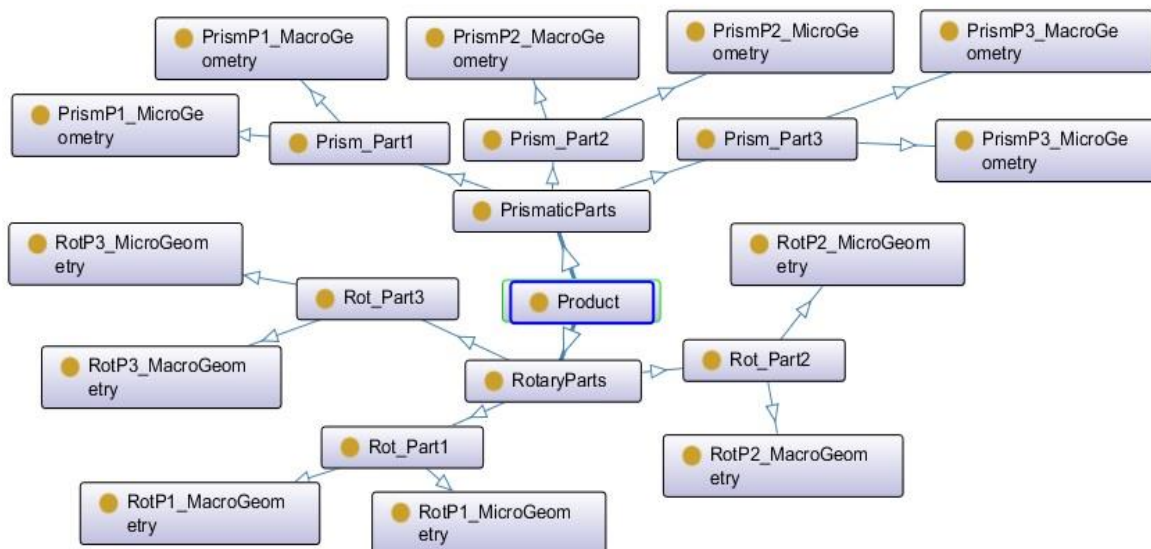
допълни два подкласа, които служат за описанието на микро и макро геометрията му, като градивност на повърхнините, габаритни размери, базови повърхнини, координати на отвори и т.н. Тази информация се попълва с помощта на индивиди, чрез свойства тип данни. На фиг.4 е представен пример за класовете и подкласовете на домейн онтологията „Продуктови дефиниции“.



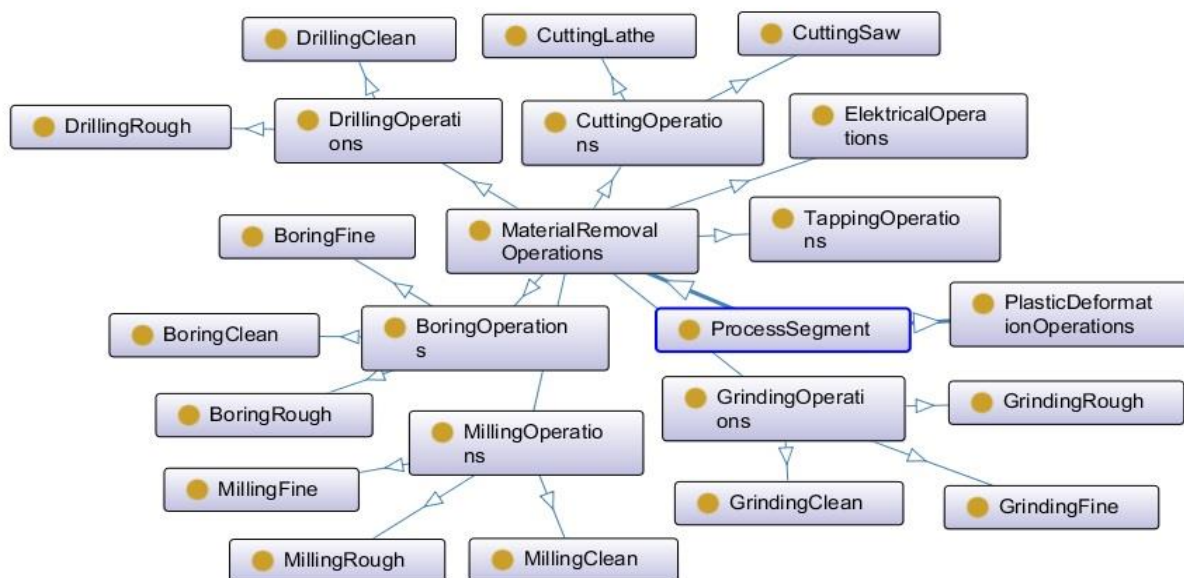
Фиг.3. Класове от домейн онтология „Клас Оборудване“

4.4. Домейн онтология „Процесни сегменти“

В класа „Процесни сегменти“, са създадени класове, чрез които да се опишат различните по вид и режими технологични операции. Създадените аксиоми в домейн онтологията са 52 като от тях 29 са логически. Броят на създадените класове е 23. На фиг.5 са представени основните два подкласа на клас „Процесни сегменти“ - „Операции чрез стружко-отнемане“ и „Операции чрез пластична деформация“. Класа „Операции чрез стружко-отнемане“ включва като подкласове някои от основните видове технологични операции като струговане, фрезозване, свредловане, шлифоване и т.н. От своя страна те включват подкласове, които да класифицират съответната операция спрямо вида обработка - грубо, чисто и в някои случаи фино. Самите технологични операции със знанието за режимите на работа се описват от индивиди.



Фиг.4. Класове от домейн онтология „Продуктови дефиниции“



Фиг.5. Класове от домейн онтология „Процесни сегменти“

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният в настоящето изследване подход представя изграждането на разпределена домейн онтология (отделни области на знания), чрез употребата на мета онтология, базирана на стандарта за интегрирани системи за производство и управление IEC/ISO 62264. Всички модулни домейн онтологии наследяват връзките, дефинирани в стандарта от мета онтологията и разширяват отделните области на знания, чрез свои собствени връзки.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТОЯНОВ К., ГОЧЕВА Д., БАЧКОВА Д., ПОПОВ Г., „Онтологии и стандарти в реконфигуриращи се производствени системи“, Созопол, 2015.
2. IEC 62264-1:2003, Enterprise-control system integration -- Part 1: Models and terminology.
3. IEC 62264-2:2004, Enterprise-control system integration -- Part 2: Model object attributes.
4. ГОЧЕВА Д. (2015), Математични и информационни модели за интеграция и оперативно управление на металургични производства, Дисертация, ХТМУ-София.
5. STAAB S., STUDER R., (Eds.) „Handbook on Ontologies“, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009, ISBN 978-3-540-40834-5.

КОРЕСПОНДЕНЦИЯ

маг. инж. Костадин СТОЯНОВ
 Технически Университет - София, бул. св. Климент Охридски № 8, София
kostadin_sto@abv.bg

д-р инж. Даниела ГОЧЕВА
 Химикотехнологичен и Металургичен Университет - София, бул. св. Климент Охридски № 8, София
dani@uctm.edu

проф. д-р Идилия БАЧКОВА
 Химикотехнологичен и Металургичен Университет - София, бул. св. Климент Охридски № 8, София
idilia@uctm.edu

проф. д.т.н. Георги ПОПОВ
 Технически Университет - София, бул. св. Климент Охридски № 8, София
georg@tu-sofia.bg