

Создание программ
образования в области
онтологического
моделирования
(и семантических технологий)

Тузовский А.Ф.

Сообщество ONTOLOG (или Ontolog Forum)

- Ontolog это открытое, международное, виртуальное сообщество (<http://ontolog.cim3.net>) для ontology and ontological engineering, для членов, которые понимают важность и будущее влияние онтологий и являются активными сторонниками их широкого использования за счет их изучения (освоения) и стандартизации.
- Количество членов - ~560 из ~30 разных стран (на октябрь 2008).
- Деятельность сообщества Ontolog :
 - Обсуждение практических проблем и подходов, связанных с разработкой и применением, как формальных, так и не формальных онтологий.
 - Выявление подходов к построению онтологий (ontological engineering approaches), которые могут применяться в бизнес приложениях.UBL
 - Оказание поддержки развитию онтологической инженерии и семантических технологий, стремление сделать их распространенным типом приложений

Встречи участников сообщества ONTOLOG

- [UpperOntologySummit \(2006\)](#)
UpperOntologySummit (2006) - ["Upper Ontology Summit"](#)
- [OntologySummit2007](#)OntologySummit2007 - ["Ontology, Taxonomy, Folksonomy: Understanding the Distinctions"](#)
- [OntologySummit2008](#)OntologySummit2008 - ["Toward An Open Ontology Repository"](#)
- [OntologySummit2009](#)OntologySummit2009 - ["Toward Ontology-based Standards"](#)
- [OntologySummit2010](#)OntologySummit2010 - ["Creating the Ontologists of the Future"](#)

Встреча Ontology Summit 2010

- В настоящее время все больше выполняется крупных национальных и международных проектов, основной темой которых являются семантические (онтологические) технологии (ontology technology).
- Это ведет к росту потребности в специалистах, имеющих опыт выполнения ОМ, и в связи с этим к потребности в новых методах и организациях образования и практической подготовки (education and training) специалистов по ОМ (ontologists).
- Целью встречи Ontology Summit 2010 была разработка стратегии в образовании специалистов по ОМ (ontologists). Для достижения этой цели были проведены опросы о том, как в настоящее время выполняется обучение специалистов по ОМ, какие требования к таким специалистам предъявляют организации, которые принимают их на работу и том, что может оказать влияние на подготовку таких специалистов в будущем.

Для чего выполняется подготовка?

- Онтологии играют центральную роль в концепции Semantic Web, в подходе Linked Data и во многих других технологических разработках, например, в области семантических сервисов и семантических информационных системах предприятий (semantic enterprise).
- Появилось множество, основанных на онтологиях подходов, расширенно сгруппированных под заголовком 'семантическая совместимость' ('semantic interoperability'), которые являются возможными решениями критически важных задач взаимодействия.
- Более того, технологии, которые включают и основываются на онтологиях, используются для увеличения прозрачности, как в рамках организаций, так и между организациями, и для улучшения коммуникации не только между компьютерами, но и между людьми.

Выполненное исследование

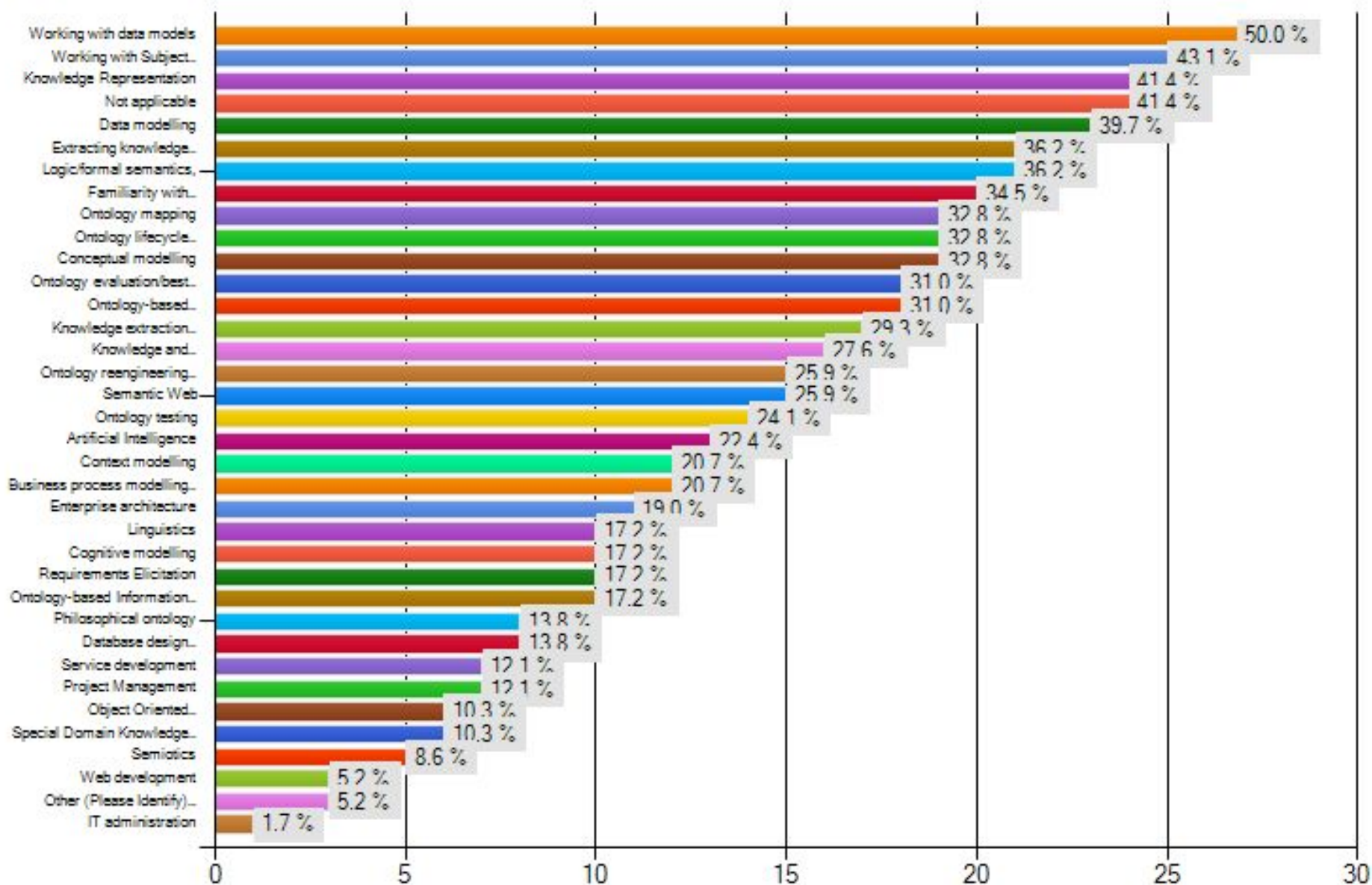
- Для достижения поставленных целей были проведены
 - два опроса (surveys),
 - прогнозирование по методу Дельфи (Delphi study) и несколько круглых столов (panel discussions)

для получения ответов на следующие вопросы:

- Как проходит обучение специалистов по ОМ в настоящее время?
- Какие способности специалистов по ОМ (ontologists) считаются необходимыми для выполнения их работы?
- Что работодатели ожидают от сотрудников (претендентов, работников, соискателей), желающих поступить на работу в качестве специалистов по ОМ?
- Какие достижения (developments) могут повлиять на подготовку специалистов по ОМ в будущем?

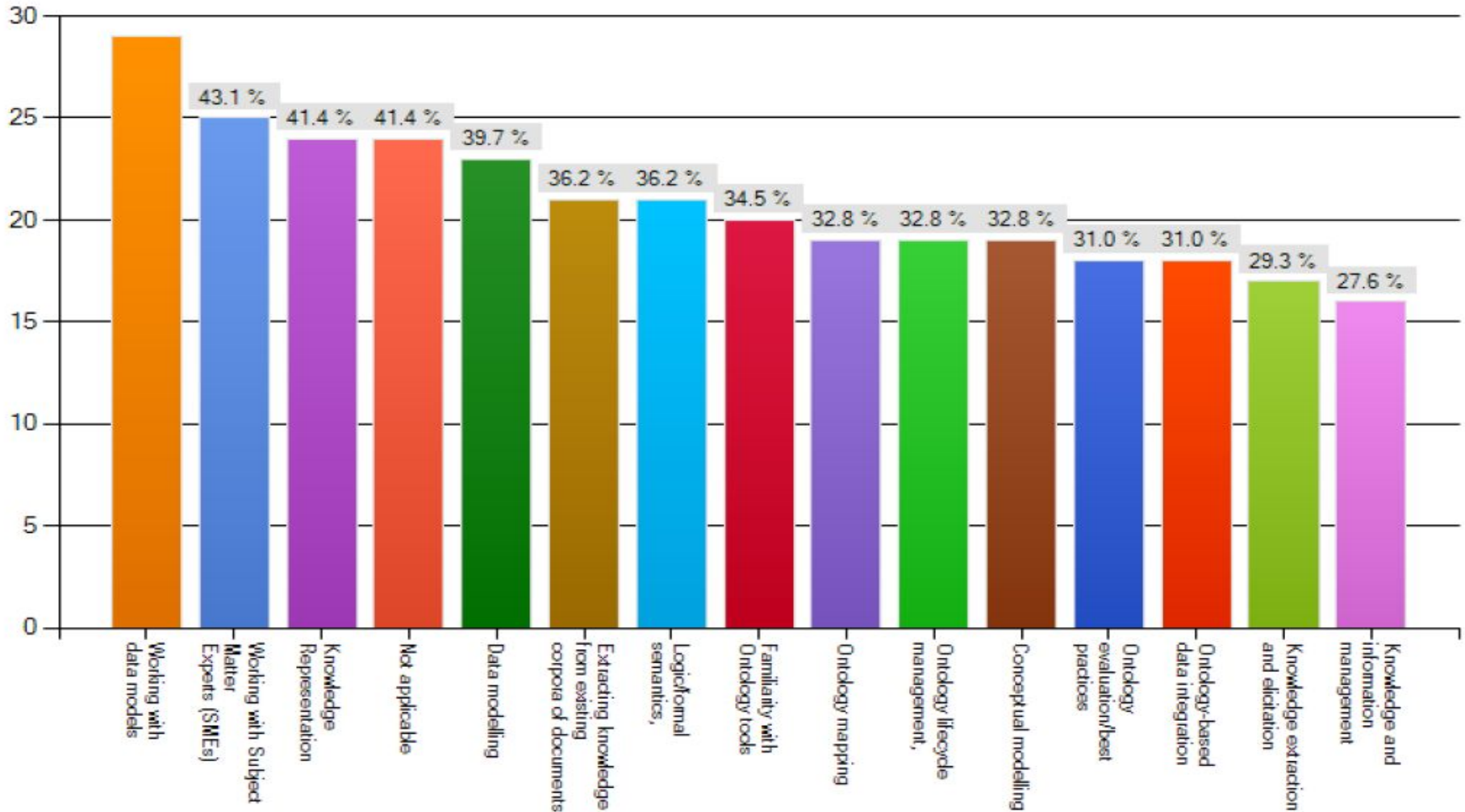
- Ответы на эти и связанные с ними вопросы позволили участникам виртуального сообщества Ontolog выявить большое количество разных путей профессионального роста для специалистов по ОМ (ontologists), а также основные знания и умения, которыми они должны обладать. На основе этого были разработаны рекомендации, для содержания рабочих программ, которые должны преподаваться будущим специалистам по ОМ. Далее будут описаны результаты этих обследований, а также выработанные на их основе рекомендации.

Приоритеты работодателей



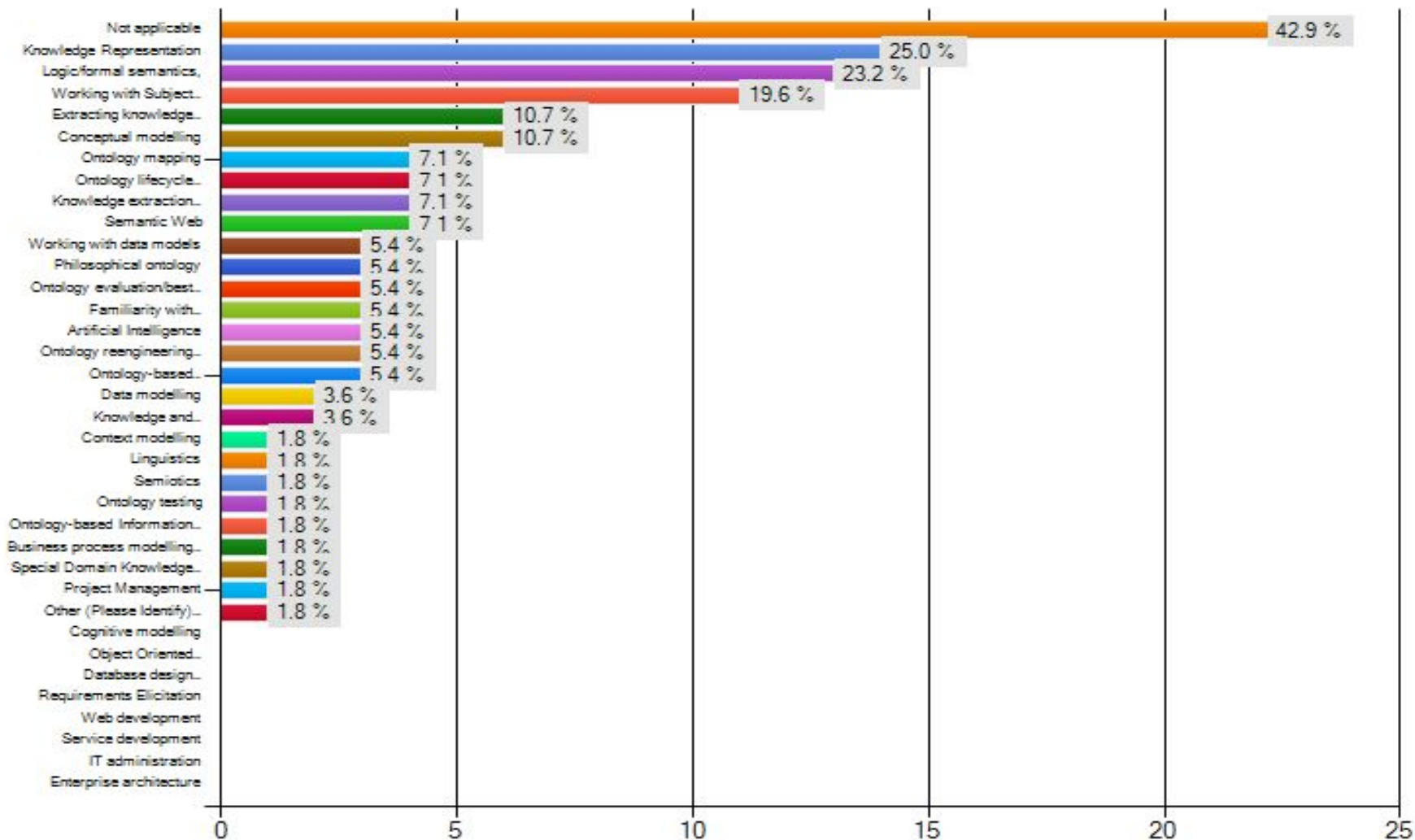
Требуемые работодателями

DesiredAreasOfTrainingOrExperience. If you are involved in hiring or recruiting ontologists, please indicate what knowledge, skills, experience, and/or characteristics you look for in an ontologist candidate. If you are not involved in hiring or recruiting, please choose the last option.

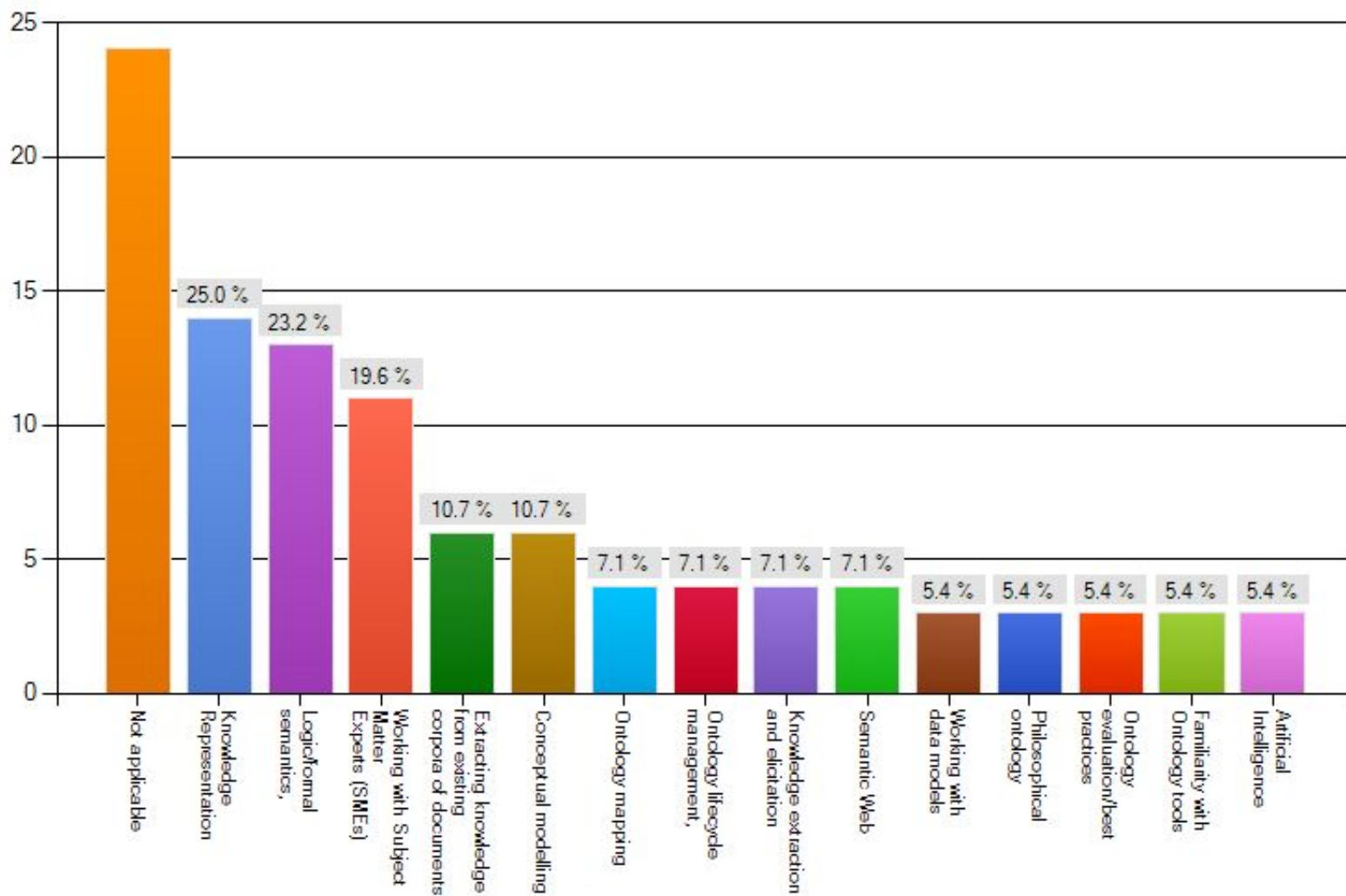


Приоритеты работодателей

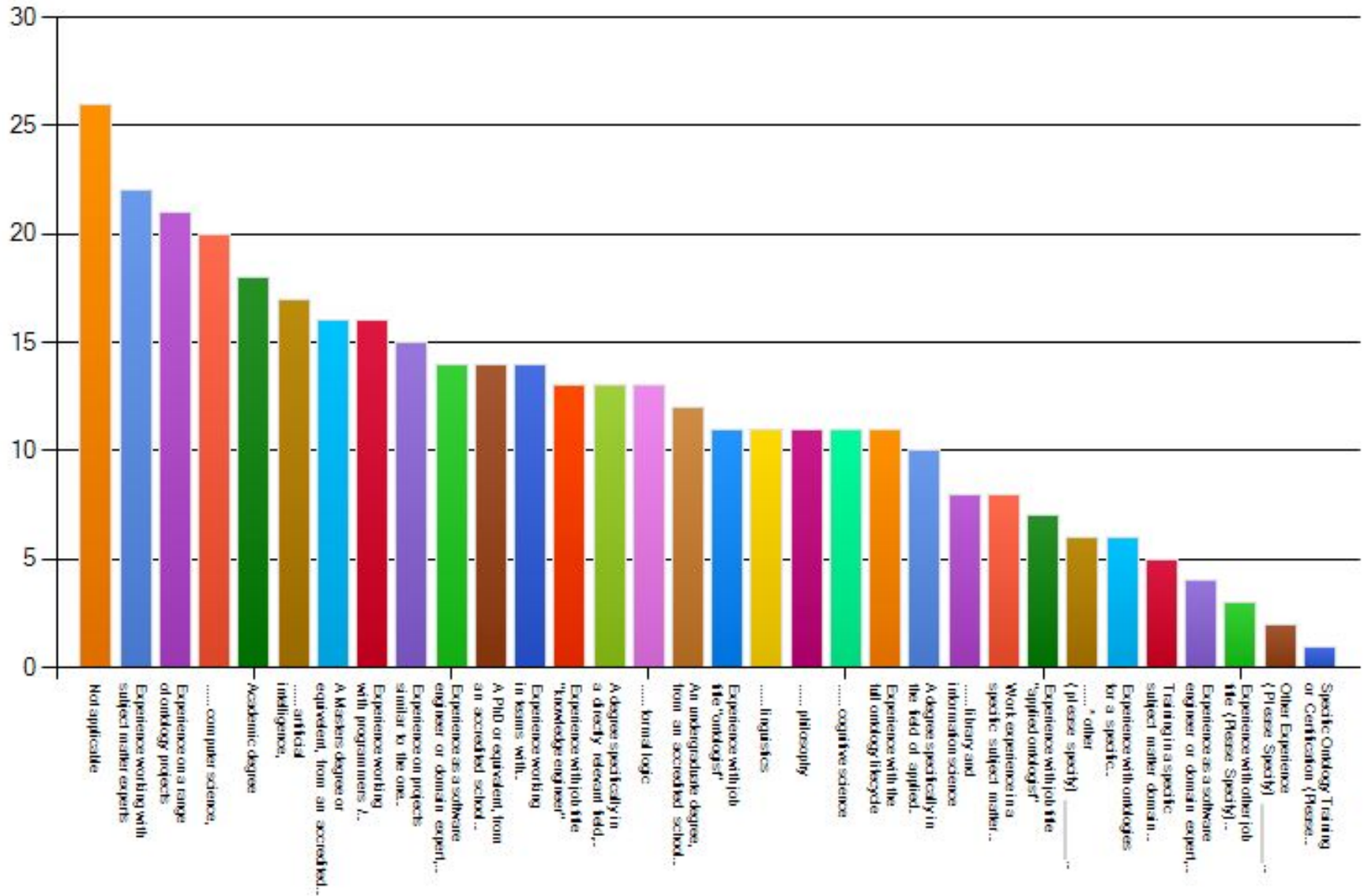
TopPrioritiesWhenHiringOntologists. If you identified some areas as desirable in 21 (DesiredAreasOfTrainingOrExperience), please select *just three* that you would rank as most important in your hiring decisions. If you are not involved in hiring, please select the last option.



Top Priorities When Hiring Ontologists. If you identified some areas as desirable in 21 (Desired Areas of Training or Experience), please select *just three* that you would rank as most important in your hiring decisions. If you are not involved in hiring, please select the last option.

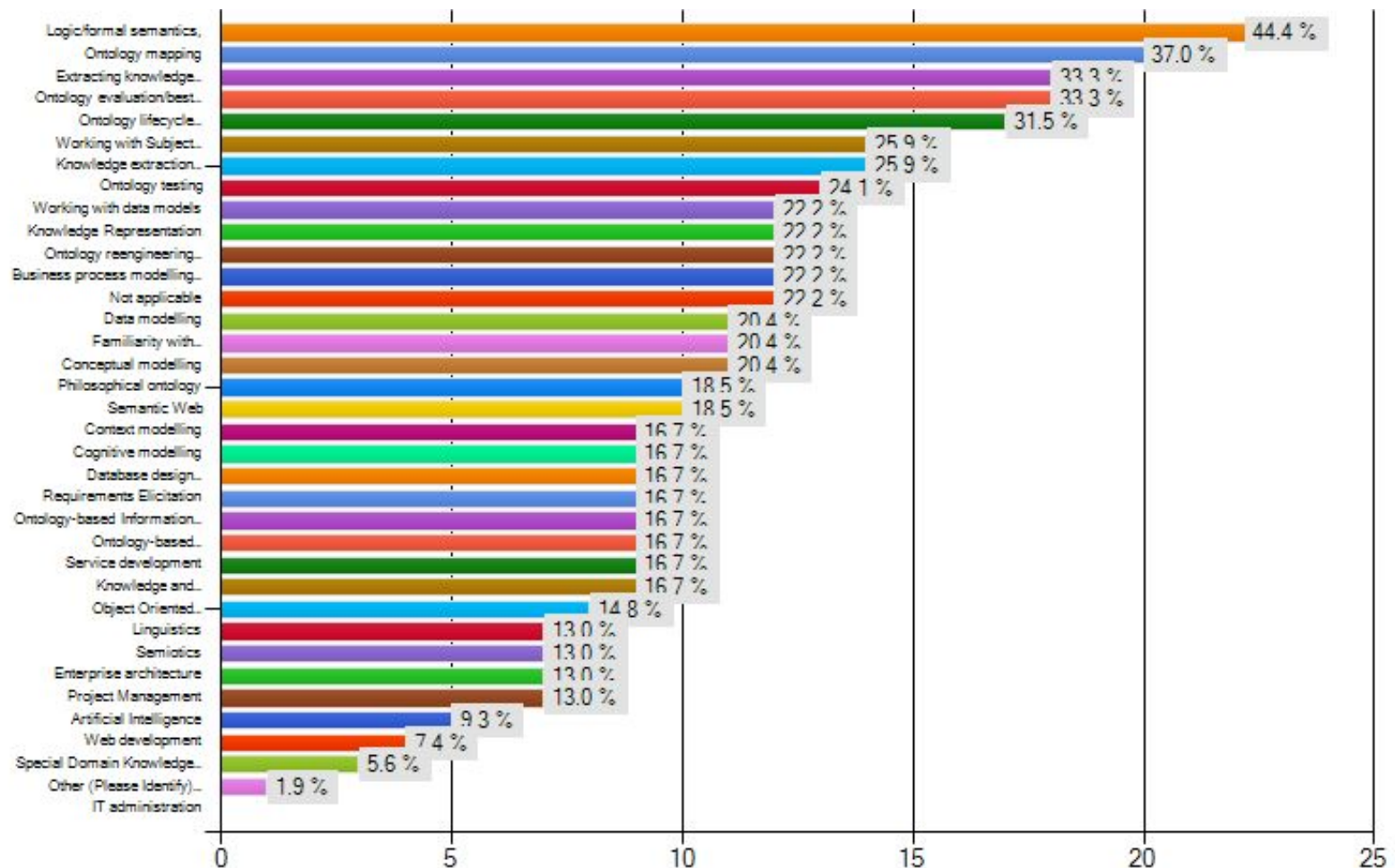


Желаемая глубина подготовки



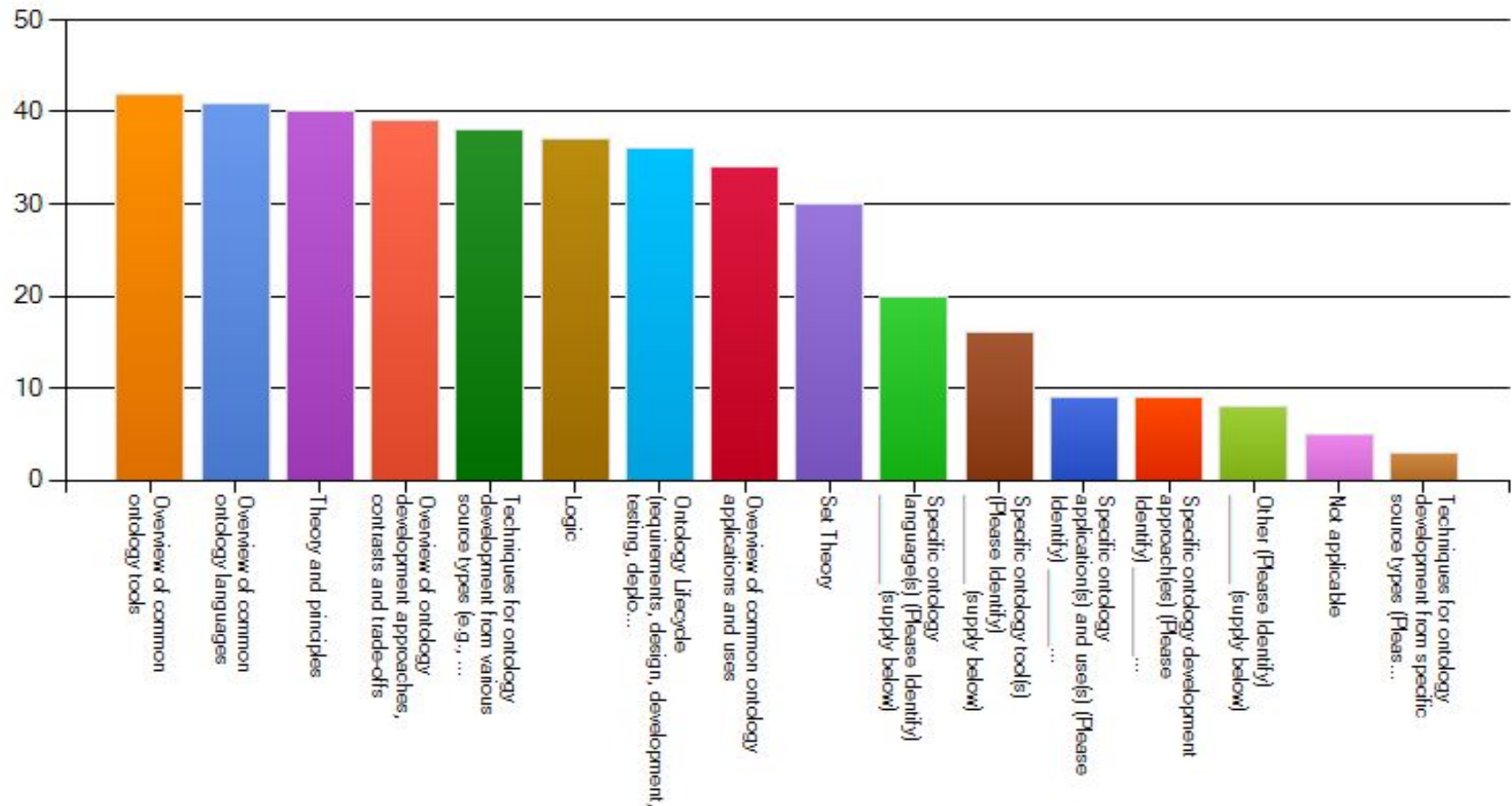
Приоритеты обучаемых

- Если вы уже разрабатываете онтологии, то подготовку в каких областях знаний вы бы хотели получить для занятия более высокого профессионального положения в прошлом настоящем или будущем?



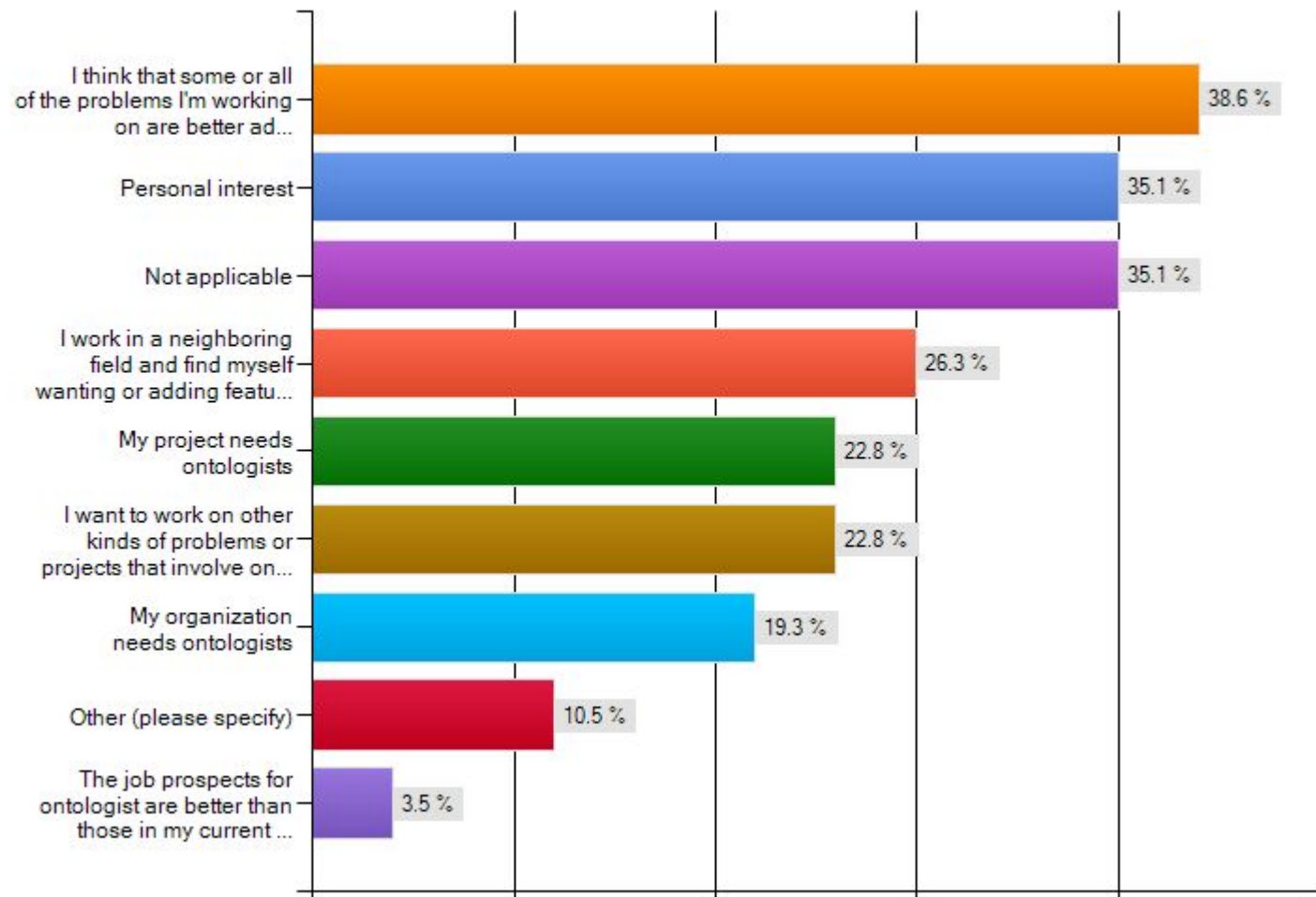
Потребности будущих преподавателей по онтологическому моделированию

PotentialTraineeNeeds. If you are considering training in ontology or are looking for training for your current or future employees, which of the following areas of knowledge or skill are you looking for? In other words, if you were selecting a training program today, what content would you expect it to have? A small set of commonly mentioned content areas is given, but is not exhaustive. Please use the "other" option to specify additional areas needed. If you are not considering training, for your self or others, please choose "not applicable".



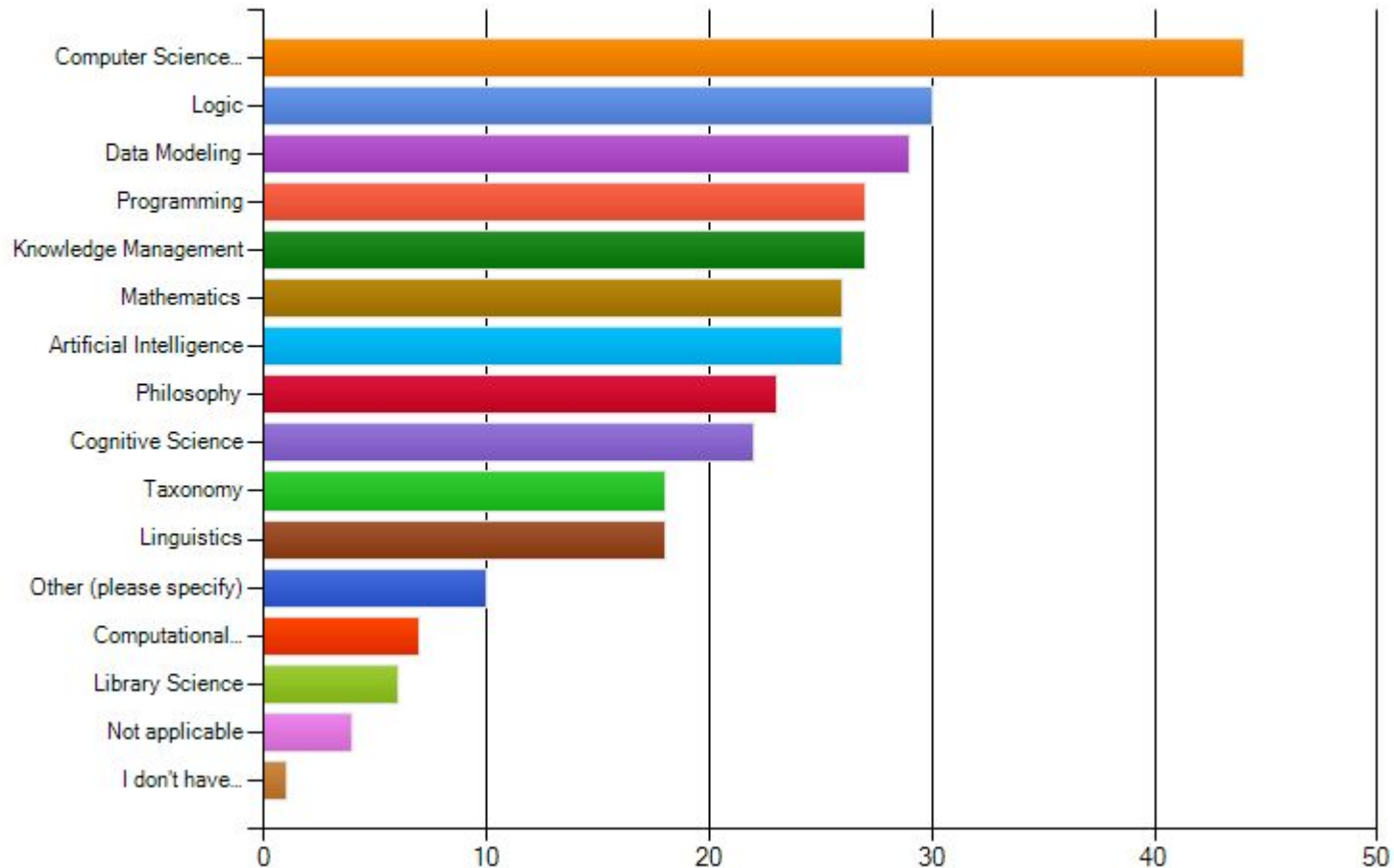
Персональная мотивация преподавателей

ReasonForInterestInOntology. If you are considering training in ontology, what is the reason for this interest? If you are not considering such training, please choose "Not applicable."



Базовые знания требуемые для обучения

RespondantRelatedBackgroundArea. If you are currently an ontologist or are considering training in ontology, do you have prior background (formal training and/or experience) that, in your view, helps you understand or perform ontology work? If so, please state the nature of this background. A small sample of fields sometimes considered related is given; please use the "other" field to name helpful background not on the list. If you are not an ontologist or considering ontology training, please choose "not applicable."



Основные полученные результаты

Ожидается, что потребность в специалистах по ОМ значительно возрастет.

- Все эксперты, участвующие в круглых столах, согласны с тем, что создаваемые приложения и инструменты будут еще больше использоваться в ближайшие годы.
- Общим мнением является то, что в связи с этим, потребуются большое количество специалистов с подходящим онтологическим образованием для повышения квалификации (tune) 5% профессионалов по информационным системам и разработке ПО в ближайшие 5~10 лет.

Имеется большой разрыв между потребностями в образовании и доступности образования.

- На основе выполненных опросов была выявлена только одна учебная программа, посвященная обучению прикладному ОМ (магистерская программа в университете University of Buffalo).
- Кроме этого было выявлено 21 учебная программа, в которой предлагаются учебные курсы, основанные на изучении онтологий. Обычно это курсы для магистров, которые входят в состав дисциплин по программированию (form part of computing programs). Институты, в которых было выявлены, что преподается хотя бы один курс, в котором частично рассматриваются онтологии располагаются в Бельгии, Бразилии, Германии, Иране, Италии, Японии, Голландии, Великобритании и США.

- Эти результаты показывают, что некоторые студенты (в основном, обучающиеся по программам computer science) проявляют заинтересованность в онтологиях, и, что такой интерес не ограничен конкретным географическим регионом.
-
- В результате этого, большинство тех, кто может заинтересоваться профессиональной деятельностью по ОМ в настоящее время имеет формальную подготовку (образование) в других областях и поэтому должен выполнять обучение ОМ либо без отрыва от производства, либо самостоятельно.

Имеющиеся для профессионалов возможности обучения не соответствуют их потребностям.

- Выявлено, что такие области, как Логика (Logic) и формальная семантика являются востребованными потенциальными работодателями, теми, кто оценивают уровень знаний специалистов по ОМ (evaluators), работающими специалистами по ОМ, а также потенциальными обучаемыми (trainees). Обычно эти темы изучаются в академических программах, однако, они не включаются в краткосрочные подготовительные программы, которые предлагаются работающим профессионалам.
- В связи с этим имеется большая потребность в более существенных образовательных программах, в которых не только выполняют знакомство с ОМ, но также и углубленное изучение ОМ (technical competence), предлагаемых таким образом, что позволяют обучаться на них тем специалистам (ученикам), которые не стремятся получить академическую степень.

Имеется значительная потребность в возможности проходить обучение от работающих профессионалов.

- Выявлено, что большинство возможностей выполнения обучения имеется в программах, связанных с получением разных академических степеней (бакалавр, магистр), например, онтологические курсы (ontology courses) в учебной программе (curricula) по информатике (computer science).
- Однако имеется большая потребность в получении подготовки вне таких программ, включая:
 - отдельные курсы,
 - программы профессиональной сертификации,
 - практическая подготовка с выполнением, или без выполнения сертификации,
 - ознакомительные курсы (в течение одной недели).
- Возможно, что такая потребность лучше понимается с учетом того факта, что участников опроса, которые выразили заинтересованность в подготовке, уже имеют некоторый уровень знаний об онтологиях и указывают, что их заинтересованность в данной области возникла из выполняемой ими работы.

- Онтологии (онтологическое моделирование) являются междисциплинарной темой.
 - Эксперты по ОМ считают, что онтологическое образование будет выполняться в междисциплинарных программах. Более того, сами они имеют большое разнообразие базового образования (variety of backgrounds) и они считают, их обучение не связанное с ОМ было полезным (relevant) для их работы, связанной с ОМ.
 - Такие результаты предполагают, что имеются много тем (областей знаний), которые должны быть включены в разрабатываемые учебные программы (curricula), включающей большое количество дисциплин, а не только несколько основных.

- Работодателю не легко распознать квалифицированных специалистов по ОМ. Так как имеется мало специальных учебных программ для специалистов по ОМ, то большинство специалистов, работающих в данной области не имеют формальной квалификации по знанию. ОМ (formal qualification in ontology).
- Более того, не имеется профессиональных организаций, которые сертифицируют специалистов по ОМ (ontologists).

Рекомендации по подготовке специалистов

- На основе проведенных обследований подготовлен список областей знаний (knowledge), которые должны быть рассмотрены в курсе по онтологическому моделированию и умения (skills), которые должны получить студентами в результате изучения данного курса.
- Так как онтологическое моделирование (онтология) является очень междисциплинарной областью, то нереально ожидать, что студенты будут изучать все, что может быть связано с данной областью. В связи с этим одной из задач разработки РП является наиболее важных областей знаний и умений, которые требуются специалистом по ОМ для выполнения их работы.
- Как данное содержание должно преподаваться выходит за рамки данного документа – это то, что должен самостоятельно решать каждое образовательное учреждение (университет, институт) на основе имеющихся у него ресурсов. По крайней мере, некоторое из данного содержания вероятно будет изучаться в существующих курсах по другим программам.

- Одной из проблем по созданию рекомендаций по обучению специалистов по ОМ является то, что ОМ (ontology) является молодой дисциплиной и поэтому еще нет общепризнанного согласия о содержании, включаемых в нее областей знаний, признанных методологий и общей терминологии.
- Вместо этого используется множество методологий в разных подобластях ОМ, например, созданных в конкретных средах программирования, в области проектирования БД, в сообществе по концептуальному моделированию или в области описания традиционных философских онтологий.
- Это является большой помехой для взаимодействия между специалистами по ОМ (ontologists) и пользователями онтологий. В связи с этим всем разработчикам программ обучения по ОМ строго рекомендуется включать модули обследования терминологии, которые разрабатываются для того, чтобы ознакомить преподавателей (trainees) с такой многочисленной терминологией.

Другой проблемой является то, что карьера специалиста по ОМ может различаться, как видно из следующих примеров:

- **Специалист по ОМ (ontologists) ориентированный на ИТ (IT-oriented)** активно участвующие в разработке ИТ систем, которые включают большое количество компонент, кроме самих онтологий. Для таких специалистов важно знать, как включать онтологию в связанные с ним приложения. Для этого специалистам по онтологиям требуются некоторые базовые знания в программной инженерии, проектировании информационных систем, систем разработки, объектно-ориентированному программированию и анализу данных.
- **Специалист по ОМ (ontologists) ориентированные на сообщества (Community-oriented ontologists)**, специализирующиеся в разработке онтологий в рамках конкретной предметной области совместно с экспертами из разнообразных сообществ. Одной из их основанных задач является облегчение решения проблем двусмысленности, таким образом, чтобы достигнуть консенсус в их сообществах. Для этого онтологам требуется не только знать научную область, для которой разрабатывается онтология, но также и обладать способностями работы с людьми, которые позволяют им работать с группой экспертов по предметной области, или создавать сообщества, которое будет поддерживать

Рекомендация

- Базовые знания и умения (skills), перечислены ниже, включают основные темы (basics), которые требуются любому специалисту по ОМ (ontologist). Однако их (знаний, умений) не достаточно, чтобы успешно работать в областях, связанных с ОМ. Для этого требуются некоторых дополнительных знаний по разработке систем или некоторым специфическим знаниям по предметным областям в подходящих прикладных областях.
- Имеется консенсус среди специалистов по ОМ, что хотя многие академические знания (academic knowledge) релевантны с ОМ (relevant for ontologists), многие важные умения не могут быть получены только путем прослушивания лекций. Любое обучение специалистов по ОМ должно включать практическое обучение разработке и применению онтологий.
- В идеале академические программы должны предлагать своим студентам возможность получить некоторый практический опыт в результате участия в проектах, в которых онтологии применяются для решения реальных и

Основные умения (Core Skills)

- Способности, требуемые для разработки, улучшения и применения онтологий:
- Уточнение целей разрабатываемых онтологий, понимание возможностей их потенциального использования (potential deployment), выполнения анализа требований.
- Выполнение анализа наследуемых (legacy) моделей и данных, которые релевантны конкретному проекту разработки онтологий.
- Обоснование выбора типа онтологий, которые будут полезны для конкретной проблемы (в том числе, определение ситуаций, в которых применение онтологий бесполезно).
- Управление онтологиями в течение всего их жизненного цикла (Анализ требований и планирование, управление систематическим процессом обновления и создания версий, документирование, техническая поддержка и т.д.)

- Выявление, оценивание и использование программных инструментов, которые поддерживают разработку онтологий.
- Выбор подходящего языка описания (представления) онтологий.
- Выбор подходящего уровня детальности описания.
- Выявление существующих информационных (контентных) ресурсов (например, существующих онтологий, терминологий и связанных с ними ресурсов; подходящих данных; опыта в описании предметных областей (domain expertise), опыта в онтологий (ontology expertise)) .
- Сборка онтологий из многократно используемых модулей (reusable modules).
- Использование (чтение, запись) разных языков описания онтологий.
- Выполнение онтологического анализа (conducting ontological analysis), т.е. выявление сущностей и взаимосвязей; описание (формулирование) определений и аксиом.

- Оценивание и улучшение онтологий (поиск ошибок путем последовательной (term-by-term) проверки, решение проблем взаимодействия, разделение (декомпозиция) больших онтологий на взаимосвязанные модули).
- Документирование онтологий (например, предоставление определений на естественном языке и предоставление кратких пояснений к аксиомам).
- Работа в командах, включая те, которые поддерживают распределенную разработку онтологий.
- Использование, по крайней мере, одного современного языка программирования (или скриптового языка).

Факультативные умения

- Координация усилий по разработке онтологий.
- Создание выразительных визуализаций структуры онтологий для пользователей.
- Обучение людей пользоваться онтологиями.

Основные знания

- Основная терминология онтологического моделирования (ontology) (связь онтологии с представлением знаний, концептуальное моделирование, моделирование данных и т.п.)
- Теоретические основы:
 - основы математической логики:
 - основы логики первого порядка (first-order logic, исчисление предикатов);
 - основы дескриптивной логики (basics of description logic);
 - основы модальной логики (modal logic);
 - основы логики второго порядка (second-order logic);
 - теория множеств (set theory);
 - базовые понятия философских онтологий (philosophical ontology)
 - универсалии и частности (universals and particulars),
 - мерология (mereology),
 - сущность и идентичность (essence and identity),
 - единство и множественность (unity and plurality),
 - зависимость (dependence),
 - изменение во времени (change in time) и т.п.

- философия языка
 - путаница между использованием и упоминанием (use-mention confusion),
 - смысл (sense) и ссылка (reference),
 - теория речевых актов (speech act theory)
 - ...
- Представление знаний, концептуальное моделирование, моделирование данных, метаданные.
- Языки представления знаний Часть 1: RDF, OWL, Common Logic - (среда для семейства логических языков, основанных ЛПП, для облегчения передачи знаний между компьютерными системами).
- Построение и редактирование онтологий
 - Ручная работа (Человеческий фактор)
 - применение принципов классификации,
 - ручная проверка (manual auditing) и т.п.
 - программные инструменты software tools (Protégé, ...)
 - решение проблем взаимодействия (interoperability) между онтологиями.

- Стратегии и теория оценивания онтологий (Ontoclean, ...)
- Примеры онтологий, иллюстрирующих различные методологии:
 - высокоуровневые онтологии (upper-level ontologies (BFO, DOLCE, SUMO, ...));
 - онтологии среднего уровня (mid-level);
 - онтологии, связывающие предметные области (domain-spanning ontologies) (PSL, ...);
 - онтологии предметных областей (domain ontologies) (GO, Enterprise Ontology, ...);
- Примеры онтологических приложений (ontology applications) (успешные и неудачные)
 - в виде контролируемых словарей (controlled vocabularies) / стандарты, для достижения координации между людьми;
 - для решения проблем взаимодействия (interoperability) между различными источниками данных;

- Примеры онтологических приложений (ontology applications) (успешные и неудачные)
 - выполнение логического вывода над содержанием онтологий (reasoning with ontology content);
 - улучшение поиска (search) и извлечения (retrieval);
 - обработка естественного языка;
 - поддержка принятия решений, распознавания ситуаций (situational awareness), слияния информации (information fusion), обнаружения аномалий (выбросов, anomaly detection).
- Онтологии и Web сеть
 - общие основы (URIs, XML и т.п.);
 - инициатива Semantic Web;
- Семантически улучшенная публикация (publishing) аннотирование литературы.

Факультативные знания

Базовые и связанные дисциплины:

- Углубленное изучение математической логики: modal logic, temporal logic, default logic, ...).
- Углубленное изучение философских онтологий (mereotopology, tropes, ...)
- Информатика (Computer science)
 - formal languages,
 - formal machines,
 - вычисляемость (computability),
 - сложность (complexity);
 - автоматический логический вывод (automated reasoning);
 - теория баз данных (database theory);
 - искусственный интеллект (artificial intelligence);
 - логическое программирование (logic programming).

Факультативные знания

Поддерживающие инструменты, технологии и методологии

- Лингвистика / когнитивные науки (Linguistics / cognitive sciences)
 - различие между синтаксисом, семантикой и прагматикой;
 - обработка естественного языка (natural language processing), natural language generation
 - теории категоризации (cognitive theories of categorization).
- Языки представления знаний - Часть 2
 - SWRL, RIF, SKOS, OBO, UML, E-R, IKL, ...
- Извлечение содержания онтологий (роль text mining, ...)
- Достижение интероперабельности онтологий .
- Принципы построения онтологий хранилищ (ontology repositories).
- Вопросы качества использования и интерфейсов пользователей (визуализация / используемость (usability), принципы осмысленного упорядочения (meaningful arrangement), ...)

Проблема

- Формирование русскоязычной терминологии.

Предлагаемые учебные курсы

- **Введение в онтологическое моделирование**
- **Специальные курсы**
 - **Онтологическое моделирование.**
 - **Онтологическая инженерия**
 - **Дескриптивная логика**
 - **Semantic Web программирование.**

Предлагаемые учебные курсы

- **Введение в онтологическое моделирование**
(A Semantic Web Primer Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen (2nd ed.), 2008)
- **Специальные курсы**
 - **Онтологическое моделирование.**
(Allemang D., Hendler J. Semantic Web for the Working Ontologist. Modeling in RDF, RDFS and OWL, 2007)
 - **Онтологическая инженерия**
(Создание, Развитие, Модульность, Отображение, Использование)
 - **Дескриптивная логика**
(THE DESCRIPTION LOGIC HANDBOOK: Theory, implementation, and applications (Ed. by Franz Baader)).
 - **Semantic Web программирование.**
(Hebeler J., Fisher M., Blace R., Perez-Lopez A. Semantic Web Programming, 2009).

Спасибо за внимание!