



OSTIS-2014

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕМАНТИЧЕСКИЙ КОД КАК ТЕХНОЛОГИЯ АБСТРАГИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЧЕТКО ПОСТАВЛЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Канделинский С. Л.* , Бойко И. М.**

*Объединенный Институт проблем информатики НАН Беларуси,
kandel@yandex.ru

** Cisco Inc., San Jose, CA, USA
igboyko@cisco.com

В работе приводится технология абстрагирования в составе моделей решения сложных нечетко поставленных задач на начальном этапе проектирования. В качестве основного инструмента используется Универсальный Семантический Код (УСК).

Ключевые слова: абстрагирование, глагол, УСК, аксиоматический вывод

Введение

Нечетко поставленными задачами, будем называть такие задачи, из условий которых нельзя однозначно определить, что является исходными данными, что - результатами, какова связь между ними, а так же обширным полем перебора вариантов возможных решений [Горбатов, 2000]. Причем из данных часть необходимых может отсутствовать, а часть быть избыточной, что допускает множество интерпретаций проблемы.

Проблема может быть определена в виде:

$$\Pi = \langle \text{ИС}, \text{СЭ}, \text{НЭ-ПЭ}, \text{Т}, \text{О} \rangle, \quad (1)$$

где: ИС - Исходная Ситуация

СЭ - Сравнение с Эталоном

НЭ - Нежелательный Эффект – негативное последствие позитивного эффекта (ПЭ)

Т – Цель: устранение НЭ

О – Ограничения на степень допустимых изменений проблемной системы.

Ограничивающими условиями решения задачи могут быть, например:

- Запрет на изменение конструкции объекта;
- Запрет на изменение принципа действия объекта;
- Запрет на изменение элементной базы;
- Запрет на изменение функции объекта.

Ограничения могут быть неявными и при этом как истинными, так и ложными.

Схема процесса решения задачи может быть описана согласно [Khomenko et al, 2007] в виде сходящейся к конкретному решению Р последовательности вида:

$$P = (\{KЗ\} \rightarrow \{AЗ\} \rightarrow \{AP\} \rightarrow \{KP\} \rightarrow UP \rightarrow PP \rightarrow BP),$$

где:

КЗ – множество конкретных задач

АЗ – множество абстрактных задач

AP – множество абстрактных решений

KP – множество частичных решений

UP – концептуальное решение,

PP – решение-прототип,

BP – внедряемое решение.

Этап абстрагирования, как отвлечение от окружения и выделение главных компонентов проблемы, оказывается практически ключевым для обеспечения быстрого сужения поля поиска к наиболее желаемому решению задачи.

Существуют эффективные технологии решения задач [Альтшуллер, 1985] и основанные на них системы CAI (computer aided innovation systems) [Щуриков, 1991], [Pesetsky et al., 2004], где абстрагирование происходит путем применения эвристических правил.

Известны подходы, применяющие лингвистические и семантические средства для обработки формулировки задачи. Например,

использования синонимичных понятий для переподстановки при уточнении и решении задачи [Broadbent, 1966].

Однако, все известные подходы предназначены для человека, в очень малой степени работают с семантикой естественного языка и не предназначены для компьютерного исчисления.

В отличие от других методов, Универсальный Семантический Код (УСК) предоставляет средства автоматизации обработки и решения задач.

1. Универсальный семантический код

1.1. Основы УСК

УСК как формальная теория естественного языка был разработан в 70-х годах проф. В.В.Мартыновым и прошел эволюцию из шести версий [Martynov, 2001; Мартынов, 2009].

Основной постулат УСК: вывод знаний не может быть эффективным без семантического представления знаний. УСК предлагает вычислительную модель, основанную на формальном представлении значения глагола.

Текст УСК представляется последовательностью цепочек УСК, которые связаны между собой заданными отношениями. Минимальная цепочка УСК состоит из трёх компонентов располагающихся вокруг глагола: субъект, инструмент, объект, причем субъект одновременно рассматривается как объект при воздействии самого на себя. Максимальная цепочка содержит четыре компонента, включая второй объект.

Глаголы разбиты на 108 функциональных классов делящихся на две группы физических и информационных глаголов. Каждый класс задает количество элементов вокруг глагола. Название класса представлено наиболее абстрактным глаголом. Каждый класс содержит список конретизирующих глаголов. Например, класс 'создавать' представлен глаголами строить, генерировать, производить и т.д. Некоторые глаголы состоят из совокупности классов. Например, глагол 'переносить' состоит из двух классов 'двигать' и 'удерживать', причем оба действия (класса) осуществляются одновременно.

Формальная часть алгебры УСК основана на логике Лукасевича [Lukasiewicz, 1958] и определена как $A = \{M, \rightarrow, '\}$, где: M – набор элементов, \rightarrow – бинарная некоммутативная и неассоциативная операция импликации на заданном множестве, $'$ – одноместная операция дополнения на заданном множестве.

Рассмотрим фразу на естественном языке и ее представление посредством УСК. Например, фраза 'Локатор облучает цель' состоит из глагола 'облучать' и двух окружающих компонентов 'локатор' и 'цель'.

В соответствии с УСК классификатором глагол 'облучать' должен иметь три компонента, а это значит, что в начальной фразе один компонент должен быть восстановлен. Очевидно, что есть субъект 'локатор' и объект 'цель', но не хватает инструмента. Добавим инструмент и получим фразу 'Локатор посредством зондирующего сигнала облучает цель'.

В нотации УСК компонентам присваиваются значения переменных для последующего формального представления и вывода знаний. Так: X = субъект = локатор, Y = инструмент = зондирующий сигнал, Z = объект = цель.

1.2. Аксиоматика УСК

Все цепочки УСК состоят из двух частей, где левая часть это стимул, а правая это реакция. Например, цепочка для глагола 'создавать' $((XY)Z)((ZW)W)$ относится к группе физических глаголов и состоит их левой части $((XY)Z)$ и правой части $((ZW)W)$. Все аксиоматические преобразования производятся над правой частью цепочки. Приведем примеры нескольких аксиом.

1.2.1. Аксиома транспозиции

Аксиома определяет смену позиций скобок в правой части формулы: $((XY)Z)((ZW)W) \rightarrow ((XY)Z)(Z(W)W)$ т.е. если 'создавать', то 'материализовываться'.

1.2.2. Аксиома диффузии

Правая часть формулы может быть преобразована одним из трех способов:

- замена переменной во второй позиции переменной из первой позиции $((XY)Z)((ZW)W) \rightarrow ((XY)Z)((ZZ)W)$
- замена переменной в третьей позиции переменной из второй позиции $((XY)Z)((ZZ)W) \rightarrow ((XY)Z)((ZZ)Z)$
- замена переменной в третьей позиции переменной из первой позиции, если и только если все три переменные различны $(XY)Z((ZY)W) \rightarrow ((XY)Z)((ZY)Z)$.

1.2.3. Аксиома дополнения

Аксиома определяет преобразование одной формулы в другую изменением правой части в соответствии с пространственными отношениями:

$$\begin{aligned} ((XY)Z)((ZZ)W) &\rightarrow ((XY)Z)((ZZ)W') \rightarrow \\ ((XY)Z)((ZZ)W'') &= \text{вести, вставить (внутри)} \rightarrow \\ \text{приблизиться (на, вблизи)} &\rightarrow \text{прицелиться} \\ \text{(выбрать цель и направиться к ней).} \end{aligned}$$

1.2.4. Аксиома корреляции

Аксиома определяет преобразование информационной цепочки в физическую: $((XY)X)((XY)Y) \rightarrow ((XY)Z)((ZY)Y) = \text{аннулировать} \rightarrow \text{уничтожать}$.

Аксиомы показывают, что последовательность глаголов в предложении может быть явным образом установлена и канонизирована для естественного

языка. Так фраза 'ребенок ест руками' аксиоматически реконструируется в полную: 'ребенок ест ртом, удерживая пищу руками'. Такая реконструкция часто не важна для читателя, но очень важна для автоматического вывода.

На основе аксиоматики и классификатора глаголов формируются алгоритмы перехода от исходной ситуации к целевой на абстрактном уровне. Фактически происходит преобразование фраз естественного языка [Бойко и др., 1991].

Аксиомы УСК могут одновременно применяться к исходному глаголу, тем самым задвая возможные параллельные одновременные выводы других глаголов из него, как возможные альтернативные решения.

2. Приложение УСК

2.1. Алгоритм УСК перехода

Мы предлагаем следующий алгоритм перевода текста с естественного языка на УСК:

1. Выделить главные отношения представленные глаголами в предложении.
2. Выделить компоненты этого отношения.
3. Заменить найденные компоненты переменными.
4. Выделить второстепенные отношения предложения.
5. Выделить компоненты второстепенных отношений.
6. Заменить найденные компоненты второстепенных отношений переменными
7. Построить последовательность действий из предложений как последовательность глаголов.
8. Соотнести каждый глагол с классами глаголов и УСК цепочкой.
9. Построить последовательность формул как абстрактное описание процесса.
10. В соответствии с задачей оставить как есть или преобразовать последовательность УСК цепочек используя аксиомы.
11. Перейти к описанию конкретного процесса.

С помощью таких последовательностей можно описать различные технологические, физические, химические и информационные процессы, а также решать задачи из разных предметных областей.

2.2. УСК представление процессов

Рассмотрим применение алгоритма на примере описания работы системы контроля доступа на световых барьерах. Принцип действия светового барьера основан на обнаружении прерывания узконаправленного потока инфракрасного (ИК) излучения с кодо-импульсной модуляцией [Брашко, 2009].

Блок управления генерирует кодо-импульсную последовательность электрических сигналов и по проводной линии связи передаёт её на излучатель. В соответствии с принятыми сигналами излучатель

преобразует эту последовательность в импульсы ИК-излучения. Приёмник принимает импульсы ИК-излучения, преобразует их в соответствующую последовательность импульсов электрических сигналов и по проводной линии связи передаёт её на блок управления.

Блок управления сравнивает последовательность импульсов, переданную на излучатель, с последовательностью импульсов, принятой от приёмника, и на основании выбранного алгоритма оценивает соответствии этих последовательностей между собой.

А) В случае соответствия импульсов, переданных на излучатель и полученных от приёмника, блок управления вырабатывает управляющий сигнал 'включение' и передаёт его на реле. Реле, приняв сигнал 'включение', замыкает контакты, через которое включается оборудование.

Б) В случае несоответствия импульсов излучателя и приёмника, блок управления вырабатывает управляющий сигнал 'выключение' и передаёт его на реле, которое, приняв сигнал 'выключение', размыкает контакты и таким образом блокирует работу оборудования.

Переписываем текст в виде отдельных предложений содержащих один значащий глагол и специфицируем компоненты каждого глагола.

1. Блок управления *генерирует* кодо-импульсную последовательность электрических сигналов.
2. Блок управления посредством проводной линии связи *передает* кодо-импульсную последовательность электрических сигналов излучателю.
3. Излучатель *принимает* кодо-импульсную последовательность электрических сигналов.
4. Излучатель *преобразует* кодо-импульсную последовательность электрических сигналов в импульсы ИК-излучения.
5. Приёмник *принимает* импульсы ИК-излучения.
6. Приёмник *преобразует* импульсы ИК-излучения в электрические сигналы.
7. Приёмник *передает* электрические сигналы на блок управления по проводной линии связи.
8. Блок управления *сравнивает* последовательность импульсов, переданную на излучатель, с последовательностью импульсов, принятой от приёмника.
9. Блок управления *оценивает* соответствии последовательностей между собой.
10. А) Блок управления *вырабатывает* управляющий сигнал 'включение'.
11. А) Блок управления *передает* управляющий сигнал 'включение' на реле.
12. А) Реле *принимает* управляющий сигнал 'включение'.
13. А) Реле *замыкает* контакты.
14. А) Реле *включает* оборудование.

10. Б) Блок управления *вырабатывает* управляющий сигнал 'выключение'.

11. Б) Блок управления *передает* управляющий сигнал 'выключение' на реле.

12. Б) Реле *принимает* управляющий сигнал 'выключение'.

13. Б) Реле *размыкает* контакты.

14. Б) Реле *блокирует* оборудование.

Теперь мы извлекаем последовательность глаголов, представляющую весь процесс [Boyko, 2001, 2009] и которая выглядит как: генерировать → передать → принимать → преобразовать → принимать → преобразовать → передавать → сравнивать → оценивать → вырабатывать → передавать → принимать

замыкать → проводить или
размыкать → блокировать

Соотнесим последовательность глаголов с УСК классификатором глаголов для определения УСК цепочек задающих количество переменных каждого глагола и их естественно-языковую интерпретацию. Упрощая, оставляем только правые части цепочек:

генерировать – класс создавать – $(ZW)W$

передавать – класс продвигать – $(ZZ)W'$

принимать – класс вводить (в себя) - $(ZZ)W$

преобразовывать – класс преобразовать – $Z(ZZ)$

сравнивать – класс сравнивать – $(XX)X$

оценивать – класс оценивать – $(XX)X'$

вырабатывать – класс создавать – $(ZW)W$

замыкать – класс соединять - $(ZY)W$

прерывать – класс разъединять - $(ZW)Y$

размыкать – класс разъединять - $(ZW)Y$

проводить – класс двигать - $(ZZ)Z'$

блокировать – объединение классов удерживать и изолировать – $((ZY)Z'')(Z(WY''))$

Формируем последовательность правых частей УСК цепочек:

$(ZW)W$ (создавать) → $(ZZ)W'$ (продвигать) → $(ZZ)W$ (вводит) → $Z(ZZ)$ (преобразовывать) → $(ZZ)W$ (вводит) → $Z(ZZ)$ (преобразовывать) → $(ZZ)W'$ (продвигать) → $(XX)X$ (сравнивать) → $(XX)X'$ (оценивать) → $(ZW)W$ (создавать) → $(ZZ)W'$ (продвигать) → $(ZZ)W$ (вводит)

$(ZY)W$ (соединять) или $(ZW)Y$ (разъединять)

$(ZZ)Z'$ (двигать) $((ZY)Z'')(Z(WY''))$ (удерживая изолировать).

Теперь мы можем переписать все шаги процесса абстрагируя от конкретных глаголов и уточняя недостающие компоненты в окружении глаголов и не упомянутые в тексте.

1. $(ZW)W$ – Блок управления посредством генератора создает электрические сигналы в проводной линии связи. Здесь появляется новый компонент, а точнее инструмент 'генератор', не

упомянутый в тексте и подразумеваемый по умолчанию.

2. $(ZZ)W'$ – Блок управления посредством проводной линии связи продвигает электрические сигналы к излучателю.

3. $(ZZ)W$ – Излучатель посредством приемного модуля вводит (в себя) электрические сигналы.

4. $Z(ZZ)$ – Излучатель посредством преобразователя преобразует электрические сигналы в импульсы ИК-излучения.

5. $(ZZ)W$ – Приемник посредством приемного модуля вводит (в себя) импульсы ИК-излучения.

6. $Z(ZZ)$ – Приемник посредством преобразователя сигналов преобразует импульсы ИК-излучения в электрические сигналы.

7. $(ZZ)W'$ – Преобразователь сигналов посредством электрической цепи продвигает электрические сигналы к блоку управления.

8. $(XX)X$ – Блок управления посредством компаратора сравнивает соответствие импульсов излучателя и приёмника.

9. $(XX)X'$ – Блок управления посредством компаратора оценивает последовательность импульсов излучателя и приёмника.

10. $(ZW)W$ – Блок управления посредством генератора сигналов создает управляющий сигнал.

11. $(ZZ)W'$ – Блок управления посредством передатчика продвигает управляющий сигнал к реле.

12. $(ZZ)W$ – Реле посредством приемного модуля вводит (в себя) управляющий сигнал.

13. А) $(ZY)W$ – Реле посредством электрического импульса соединяет контакт 1 с контактом 2.

14. А) $(ZZ)Z'$ – Электрические сигналы посредством соединительной линии двигают энергию.

13. Б) $(ZW)Y$ – Реле посредством электрического импульса разъединяет контакт 1 от контакта 2.

14. Б) $((ZY)Z'')(Z(WY''))$ – Реле посредством контактов удерживает и изолирует электрические сигналы от оборудования.

Практически, вся последовательность операций была переведена на абстрактный функциональный уровень. Кроме того, при переводе текста на язык УСК произошла итеративная интерпретация используемых переменных, например:

X - блок управления,

Y - генератор,

W - проводная линия связи,

Z - электрические сигналы.

Или

X - блок управления,

Y - компаратор,

Z - электрические импульсы.

2.3. УСК поиск решения

В данном процессе иногда случается сбой аппаратуры: при генерации сигнала 'выключение' оборудование не отключается. Т.е. необходимо

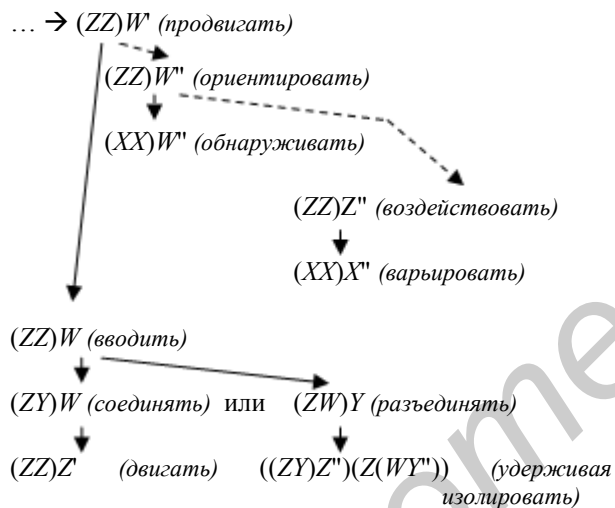
решить задачу устранения такого НЭ (1) в виде последовательности цепочек УСК, сходной с последовательностью описания процесса, но включающую дополнительные элементы, связанные с обнаружением, устранением и/или предотвращением указанной ситуации.

Задачу обнаружения, в частности, можно поставить целевым глаголом 'обнаружить', который относится к классу 'воспринимать' и представлен цепочкой $(XX)W''$.

Проследивая с помощью аксиом УСК, из какой цепочки выводится целевой глагол, находим, что это 'ориентировать' $(ZZ)W''$, который выводится из глагола 'продвигать' $(ZZ)W'$.

В свою очередь из глагола 'ориентировать' выводится глагол 'воздействовать' $(ZZ)Z''$.

Дополняем последовательность цепочек УСК, начиная с последнего глагола 'продвигать'. Получаем граф параллельных последовательностей цепочек УСК:



Применяя УСК классификатор глаголов, мы находим, что глагол 'ориентировать' является компонентом глагола 'облучать', который состоит из трех классов 'выделять и ориентировать и фокусировать'.

... $\rightarrow (ZZ)W'$ (продвигать) $\rightarrow (ZZ)W''$ (ориентировать) $\rightarrow ((ZW)Z)((ZZ)W'')((XY)X'')$ (выделяя ориентируя фокусировать) $\rightarrow (XX)W''$ (обнаруживать)

Среди причин указанной ситуации может быть, например, «залипание» контактов одного из исполнительных реле.

Найденная последовательность глаголов дает подсказку, что для обнаружения 'залипания' можно использовать «параллельное облучение».

В терминах конкретной области, при запрете на изменение элементной базы, параллельное 'облучение' можно интерпретировать как добавление к основному исполнительному каналу параллельного канала с дополнительной парой нормально-разомкнутых и сопряженной ей парой нормально-замкнутых контактов. И основные и

дополнительные нормально-разомкнутые контакты подключены параллельно, но если рабочие контакты при подаче сигнала «включить» замыкаются, то параллельные им дополнительные нормально-разомкнутые контакты должны быть разомкнуты. При подаче тестирующей последовательности ('параллельного облучения') эти контакты должны одновременно срабатывать так, что, когда одна пара нормально-разомкнутых контактов замкнута, вторая – разомкнута, и наоборот. И, таким образом, оборудование при их нормальной работе остается нормально включенным. Однако, если нормально-замкнутые контакты любого из каналов окажутся постоянно разомкнутыми – то это будет признаком «залипания» нормально-разомкнутых контактов и, как следствие, - формирования сигнала тревоги. [Ероховец и др., 2008].

Кроме того можно оказывать некое воздействие, варьирующее определенный параметр в системе извещающий о неисправности или устраняющий ее. Характер воздействия может быть уточнен конкретизирующими глаголами УСК и верифицирован экспертом данной предметной области.

Заключение

В статье показано как УСК абстрагирование может применяться на ранних стадиях проектирования включающих этапы описания, постановки и решения задач.

Последовательности цепочек УСК представляют предписание и маршруты решения задач. УСК классификатор глаголов позволяет перейти с конкретного уровня представления ситуации на абстрактный и обратно на конкретный.

Структура цепочек УСК схожа со структурой элементарных компонентов обобщенных моделей вещественно-полевого анализа системы Изобретательских Стандартов [Альтшуллер, 1985] и ее модификаций [Royzen, 2008]. Поэтому система стандартов может быть переведена на УСК.

УСК разрабатывался как интеллектуальная система поддержки принятия интеллектуальных решений, которая может работать в интерактивном режиме с пользователем, если нужна дополнительная информация, или полностью автоматически, если исходных данных достаточно.

Кроме того, УСК это лингвистический инструмент, который может быть посредником при переводе текстов с одного языка на другой. При этом необходимо использовать многоязычный УСК классификатор глаголов, где каждая цепочка УСК выступает посредником, представляющим независимое от языка значение.

Благодарности

Авторы статьи благодарны, что имели

возможность работать вместе и учиться у Виктора Владимировича Мартынова. Виктор Владимирович всегда предлагал оригинальные решения, при разработке различных проектов, и внимательно относился ко всем предложениям своих учеников и коллег, что показывало не только его высокий профессионализм, а также и замечательные человеческие качества.

Библиографический список

[Альтшуллер, 1985] Альтшуллер Г.С., Стандарты на решение изобретательских задач. / Рукопись, 1985. <http://www.altshuller.ru/triz/standards1.asp>.

[Бойко и др., 1991] Бойко И.М., Гуминский А.П., Мартынов В.В., Семантическое кодирование и решение интеллектуальных задач // Журнал ТРИЗ, 2.1.91 (№ 3), сс 43-46.

[Брашко и др., 2009] Брашко Н. Н., Шуляк В. В., Юдаева Л. А., Мелех О. В. Разработка световых барьеров/завес для защиты работников от травматизма в полиграфической промышленности // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2009. Вып. XVII. С. 45–49.

[Горбатов, 2000] В.А. Горбатов. Фундаментальные основы дискретной математики. / Информационная математика. 2000.

[Ероховец и др., 2008] Ероховец В.К. Световой барьер ограничения доступа. / Патент РБ 4622, 2008.08.30, МПК (2006) G 08B 13/18, G 01B 11/00.

[Мартынов, 2009] Мартынов В.В. В центре сознания человека. / БГУ. Минск., 2009.

[Цуриков, 1991] Цуриков В.М. Проект "Изобретающая машина" - интеллектуальная среда поддержки инженерной деятельности // ТРИЗ. — 1991. — №2.1.—С. 17 -35

[Boyko, 2001] Boyko, I. Computer Semantic Search of Inventive Solutions. / TRIZ Journal. USA. March. <http://unsemcode.com>.

[Boyko, 2009 edition] Boyko, I. Formal Semantics Of Verbs For Knowledge Inference. // Fifth Workshop On Inference in Computational Semantics (ICoS-5), 20 - 21 April 2006, Buxton, England. (2009 Edition). <http://unsemcode.com>.

[Broadbent, 1966] Broadbent G.H., Creativity: The design method. / London. 1966.

[Khomenko, 2007] Khomenko N. and others, A Framework for OTSM-TRIZ Based Computer Support to be used in Complex Problem Management. // International Journal of Computer Application in Technology (IJCAT). Volume 30 issue 1/2 - 2007.

[Lukasiewicz, 1958] Lukasiewicz J., Elementy Logiki Matematycznej. / Warszawa, 1958.

[Martynov, 2001] Martynov V. 2001. Foundations of semantic coding. Summary. / European Humanity University. Minsk. <http://www.unsemcode.com>.

[Pesetsky et al., 2004] Pesetsky S., Duan H., Zhang M. Innovations Through Enhanced RCA, Ontological Search and TRIZ Based Reasoning. / <http://www.iwint.com/en/tech/paper-20090104-121051.html>.

[Royzen, 2008] Royzen, Z. Solving Problems Using TOP-TRIZ / TRIZ Consulting, Inc. 2008.

UNIVERSAL SEMANTIC CODE AS AN ABSTRACTING TECHNOLOGY FOR FUZZY ENGINEERING PROBLEM SOLVING

Kandelinsky S.L. *, Boyko I.M. **

* *United Institute of Informatics Problems of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

kandel@yandex.ru

** *Cisco Systems Inc., San Jose, CA, USA*

igboyko@cisco.com

This paper is focused on a Prof. V.V. Martynov semantic model Universal Semantic Code (USC) which is applied to engineering problem solving.

Introduction

There is a discussion about alternative not formal approaches to represent a fuzzy formulated engineering problem and USC providing a classification of verbs paired with their formal meaning representation and axiomatic inference of meanings from each other.

Main Part

USC is a system of sense calculation and has been developed as a knowledge representation model for natural language processing. UCS postulates: knowledge can be kept using some semantic code therefore inference of knowledge from the kept knowledge can be done based on semantic theorems and axioms.

Using power of the USC axioms and classifier of verbs, we are able to describe engineering, physical, chemical, biological, informational and other processes on an abstract level.

We are demonstrating USC power on the example of processing the engineering problem and providing step by step conversion of knowledge on an abstract level.

Conclusion

Converting natural language texts into strings of the semantic code is a powerful solution to build semantic Artificial Intelligence systems being able to solve different types of problems and communicate both with a human and with each other.

Formal representation of verbs and axioms of their inference are the essential properties of USC to reach this goal.

Besides, USC may be used for language translation if similar verb classifiers will be developed for other natural languages and mapped to each other by means of USC strings.