



УДК 004.822:514

### О ДВУХ КЛАССАХ СЕМАНТИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ, НАБЛЮДАЕМЫХ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Савкин Л.В.

*Публичное акционерное общество «Радиофизика»,*

*г. Москва, Россия*

**android4.1@mail.ru**

В работе рассмотрены два класса семантической корреляции, которые предложено использовать в процедурах пофрагментной верификации функциональных семантических сетей. В качестве первого класса выступает структурно-функциональная корреляция, основанная на анализе степени сходства орграфов, описывающих выделенные фрагменты сети. В качестве второго класса выступает референциальная корреляция, основанная на сопоставлении верхних (итоговых) семантических значений верифицируемых фрагментов.

**Ключевые слова:** функциональная семантическая сеть; верификация; класс; корреляция; структурно-функциональный; референциальный.

#### Введение

Одной из фундаментальных и конструктивно сложных задач, решаемых в процессе построения эффективных функциональных семантических сетей (ФСС), является создание качественного формального аппарата, позволяющего избавиться от противоречивости описания объектов и предикатных соотношений между ними [Болотова, 2012; Кузнецов О.П., 2014]. С ростом общей сложности (разнородности) ФСС вполне естественным образом возникает проблема локальных функциональных коллизий, регистрируемых в процессе взаимодействия объектов как в пределах одного уровня иерархии ФСС, так и в рамках примыкающих друг к другу соседних иерархических уровней.

В последнем случае речь идет о рассмотрении ФСС в виде структурированной совокупности функциональных сценариев [Беляев, 2013], каждый из которых представляет собой строго ограниченный набор базовых объектов типа «вход-выход» и образует тем самым независимый функциональный фрагмент ФСС. В связи с этим ставится вопрос о верификации функциональных фрагментов ФСС.

*Цель работы* – рассмотрение двух классов семантической корреляции фрагментов ФСС, связанных со способами выбора корреляционных признаков сопоставляемых фрагментов.

#### 1. Общая задача семантической корреляции фрагментов ФСС

##### 1.1. Представление фрагментов ФСС в виде орграфов NP-полных задач

Ключевой идеей данной работы является тот факт, что задачу семантической корреляции двух и более фрагментов ФСС всегда можно рассматривать с точки зрения двух аспектов.

Во-первых, независимо от сложности того или иного фрагмента ФСС, его внутреннюю структуру всегда можно представить в виде орграфа  $G(F, X)$  (рис. 1), для которого  $F$  будет являться множеством функциональных объектов типа «вход-выход», а  $X$  будет представлять собой множество предикатных дуг (направленных ребер) [Касьянов, 2003].

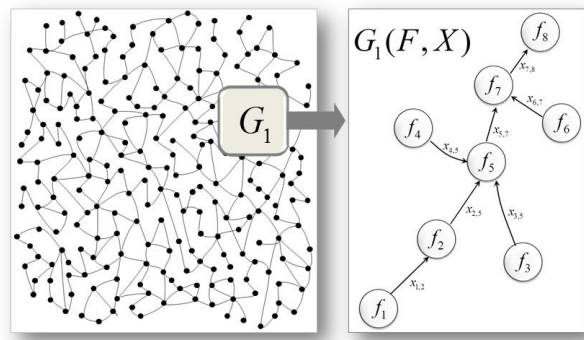


Рисунок 1 – Орграф фрагмента ФСС

В качестве предикатных дуг далее мы будем рассматривать дуги, описываемые весовыми коэффициентами  $\beta = 1$ , что будет означать полное

отсутствие функциональных поправок при передаче промежуточных функциональных значений от одного объекта ФСС к другому [Венда, 1990]. Кроме того, необходимым условием оптимальности топологии фрагмента ФСС будет являться возможность реализации на орграфе  $G(F, X)$  NP-полных задач, что, в свою очередь, позволит обеспечить верификацию фрагментов ФСС не только со «смысловой» (приводящей к единственному значению, выводу, атрибуту или слову) точки зрения, но и с топологической. Данное условие позволит снизить неоднозначность итоговых функциональных значений, формируемых на основе графоаналитических характеристик верифицируемых фрагментов ФСС.

Во-вторых, при анализе выходных данных функциональных сценариев, состоящих из независимых фрагментов ФСС, не всегда требуется знать структурно-функциональные особенности (т. е. орграф) всех задействованных в реализации сценария фрагментов. Достаточно будет знать лишь выходные (или «верхние») значения функциональных объектов орграфов, которые в совокупности реализуют требуемые сценарии [Хорошевский, 2013; Вагин и др., 2008]. Это обстоятельство иллюстрирует пример ФСС, содержащей как минимум два уровня иерархии.

## 1.2. О понятии «семантической корреляции» применительно к ФСС

Рассмотрим для начала общее определение семантической корреляции, которое предлагается использовать в рамках большинства моделей ФСС.

**Определение 1.** Под *общей семантической корреляцией* фрагментов ФСС будем понимать степень сходства их внутренних (структурно-функциональных) или итоговых (референциальных) семантических значений, формируемых посредством конечного набора предикатно связанных между собой функциональных объектов, образующих сценарные фрагменты ФСС.

В виду вышеотмеченной в п.п. 1 вариативности подходов к верификации ФСС с позиций семантической корреляции, которая также отражена в определении общей корреляции ФСС, перейдем к рассмотрению двух соответствующих классов семантической корреляции.

## 2. Классы семантической корреляции фрагментов ФСС

В зависимости от того, как мы будем уточнять определение общей семантической корреляции ФСС, можно выделить два самостоятельных класса: структурно-функциональная корреляция и референциальная корреляция.

Рассмотрим эти классы более подробно.

### 2.1. Класс №1. Структурно-функциональная корреляция

В качестве определения первого класса семантической корреляции фрагментов ФСС предлагается использовать следующее:

**Определение 2.** Под *структурно-функциональной семантической корреляцией* фрагментов ФСС будем понимать степень сходства орграфов, полностью описывающих структурные (предикатные, атрибутивные и т.п.) и функциональные (объектные) особенности построения фрагментов ФСС.

Поскольку в данном классе семантической корреляции ФСС речь идет об анализе степени сходства орграфов выделенных фрагментов ФСС, то все подклассы класса структурно-функциональной корреляции будут определяться лишь выбором конкретного способа сопоставления орграфов верифицируемых фрагментов.

#### 2.1.1. Прямое сопоставление орграфов и их анализ на наличие морфизмов

Рассмотрим рис. 2, на котором представлены два орграфа  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ , каждый из которых полностью описывает структурно-функциональные особенности соответствующих им выделенных фрагментов ФСС.

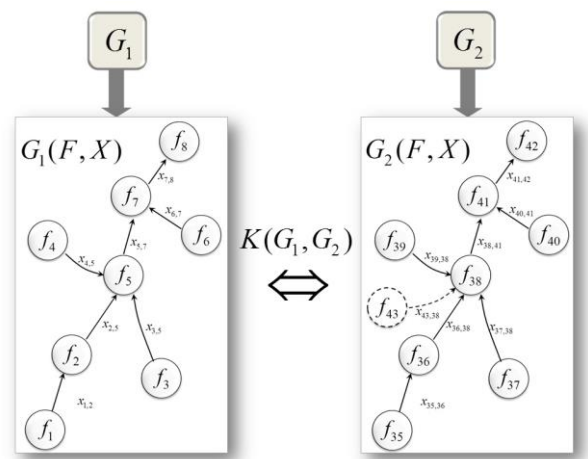


Рисунок 2 – К пояснению случая структурно-функциональной корреляции двух фрагментов ФСС

Исходя из определения 2, для двух орграфов, описываемых соответствующими выражениями

$$G_1(F, X) = G_1(f_j \in F, x_k \in X), \quad (1)$$

$$G_2(F, X) = G_2(f_L \in F, x_M \in X), \quad (2)$$

где  $f_j$  и  $f_L$  – наборы функциональных объектов, а  $x_k$  и  $x_M$  – наборы предикатных дуг, выражение для структурно-функциональной корреляции орграфов (1) и (2) можно представить в следующем виде

$$K(G_1, G_2) = \begin{cases} f_j \Leftrightarrow f_L, \\ x_k \Leftrightarrow x_M. \end{cases} \quad (3)$$

Вполне очевидно, что выражение (3) учитывает лишь проверку на соответствие между наборами функциональных объектов типа «вход-выход» и

наборами предикатных дуг орграфов выделенных фрагментов ФСС  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ . Поэтому, более детальным анализом степени сходства рассматриваемых орграфов будет являться их анализ на предмет наличия морфизмов. В зависимости от выявленных типов морфизмов орграфов  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$  можно будет выделить самостоятельные подклассы структурно-функциональной корреляции между фрагментами ФСС: изоморфный подкласс, гомоморфный подкласс и т. п.

Возвращаясь к выражению (3), необходимо также отметить, что саму процедуру сопоставления наборов элементов множеств  $F$  и  $X$  во многих случаях будет удобно реализовать, используя матрицы смежности и матрицы инцидентности. В таких случаях необходимо будет исходить из сложности (в первую очередь топологической) самих орграфов.

### 2.1.2. «Слепая» количественная оценка орграфов

Критерием структурно-функциональной корреляции орграфов  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ , безусловно, может служить и «слепая» количественная оценка числа функциональных объектов типа «вход-выход» и предикатных (или атрибутивных) дуг.

В этом случае выражение (3) можно будет представить в следующем виде

$$K^N(G_1, G_2) = \begin{cases} \sum_J f^{(G_1)} \Leftrightarrow \sum_L f^{(G_2)}, \\ \sum_K x^{(G_1)} \Leftrightarrow \sum_M x^{(G_2)}, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\sum_J f^{(G_1)}$  и  $\sum_L f^{(G_2)}$  – общее (суммарное) число функциональных объектов типа «вход-выход», относящихся к соответствующим орграфам  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ , а  $\sum_K x^{(G_1)}$  и  $\sum_M x^{(G_2)}$  – общее число их предикатных дуг.

## 2.2. Класс №2. Референциальная корреляция

В качестве определения второго класса семантической корреляции фрагментов ФСС предлагается использовать следующее:

**Определение 3.** Под референциальной (т. е. соотносящейся по значению) корреляцией фрагментов ФСС будем понимать степень семантического сходства фрагментов ФСС в целом, окончательные (итоговые) значения которых формируются на выходах верхних функциональных объектов в орграфах фрагментов ФСС.

Класс референциальной корреляции фрагментов ФСС не принимает во внимание структурно-функциональные особенности орграфов верифицируемых фрагментов.

Рассмотрим рис. 3, на котором представлены два фрагмента ФСС с одинаковыми итоговыми

семантическими значениями, формируемыми в верхних объекта  $f_8^{\text{up}}$  и  $f_{43}^{\text{up}}$ .

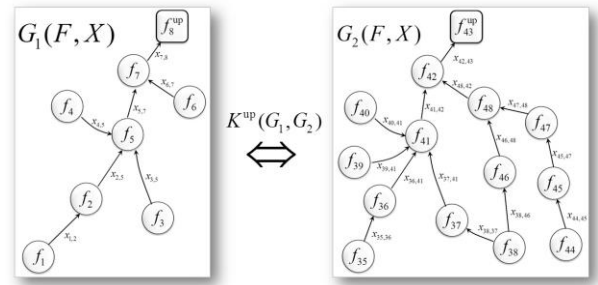


Рисунок 3 – К пояснению случая референциальной корреляции двух фрагментов ФСС

Из данного рисунка видно, что орграфы  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ , описывающие структурно-функциональные особенности фрагментов ФСС совершенно различны.

Выражение для референциальной корреляции двух фрагментов ФСС можно представить в виде

$$K^{\text{up}}(G_1, G_2) = \begin{cases} f_J^{\text{up}} \Leftrightarrow f_L^{\text{up}}, \\ x_K \neq x_M, \end{cases} \quad (5)$$

где  $f_J^{\text{up}}$  и  $f_L^{\text{up}}$  – верхние функциональные объекты орграфов типа «вход-выход», формирующие итоговые семантические значения выделенных фрагментов ФСС. Неравенство наборов  $x_K$  и  $x_M$  в упрощенной форме отражает факт различных топологических характеристик орграфов  $G_1(F, X)$  и  $G_2(F, X)$ .

Таким образом, основной идеей использования референциальной корреляции при верификации фрагментов ФСС является возможность наблюдения за верхними семантическими значениями функциональных объектов с целью их сравнения и последующего выявления семантического сходства.

## Заключение

В работе были рассмотрены два класса семантической корреляции, которые можно использовать при пофрагментной верификации ФСС различных типов. Первый класс семантической корреляции фрагментов ФСС учитывает степень сходства структурно-функциональных особенностей выделенных фрагментов, которые отражаются на их орграфах. Во втором классе семантической корреляции фрагментов ФСС сопоставляются лишь итоговые семантические значения фрагментов, формируемые в «верхних» функциональных объектах орграфов. Каждый из рассмотренных классов семантической корреляции может применяться в процедурах верификации большинства известных типов ФСС.

## Библиографический список

[Беляев, 2013] Беляев, М. Г. Аппроксимация многомерных зависимостей по структурированным выборкам/ М.Г. Беляев// Искусственный интеллект и принятие решений. - 2013. - №3. - С.24-39.

[Болотова, 2012] Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: учебник/Л. С. Болотова// ФГБОУ ВПО РГУИТ; ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: Финансы и статистика, 2012.

[Вагин и др., 2008] Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Вагин В.Н. [и др.]; – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

[Венда, 1990] Венда, В.Ф. Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика / Венда В.Ф. [и др.]; – М. : МАШИНОСТРОЕНИЕ, 1990.

[Касьянов, 2003] Касьянов, В.Н. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение/ В. Н. Касьянов, В. А. Евстигнеев // СПб.: BHV, 2003. – 1104 с.

[Кузнецов О.П., 2014] Кузнецов, О. П. О концептуальной семантике/ О.П. Кузнецов // Искусственный интеллект и принятие решений, 2014, № 3, С. 32-39.

[Хорошевский, 2013] Хорошевский, В.Ф. Семантическая интерпретация паттернов данных на основе структурного подхода / В. Ф. Хорошевский // Искусственный интеллект и принятие решений. - 2013. - № 2. - С.3-13.

### ABOUT TWO CLASSES OF SEMANTIC CORRELATION WATCHED ON THE FUNCTIONAL SEMANTIC NETWORKS

Savkin L.V.

*Public joint-stock company «Radiofizika»,  
Moscow, Russia  
android4.1@mail.ru*

In operation two semantic correlation classes for fragmentary verification procedures using in the functional semantic networks are considered. As the first class structurally functional correlation based on the analysis of a level likeness digraphs describing in selected network fragments appears. As the second class referentsialny correlation based on comparison of the upper (total) semantic values of verifiable fragments appears.

Keywords: functional semantic network; verification; class; correlation; the structurally functional; referentsialny.

## Introduction

One of fundamental and complex problems in the course of creation effective functional semantic networks (FSN) consist in creation of the high-quality formal device FSN description. It is necessary to get rid of inconsistency of the description objects and predicate ratios in between. With growth of general complexity FSN there is a local functional collisions problem registered in the course of interaction objects. They can arise both at one level of network hierarchy and on several.

Main objective of operation is reviewing to two classes semantic correlation in fragments of the FSN connected to methods of a choice correlative signs compared fragments: structurally functional correlation class and referentially correlation class.

## Main Part

The general semantic correlation of fragments FSN is understood as a level of likeness their total or internal semantic values created by means of a set function objects forming the finished FSN fragments.

We will understand a level of likeness digraphs which are completely describing structural and functional features of fragments FSN as a structurally functional semantic correlation of fragments.

All subclasses of structurally functional correlation are defined by a choice of a specific method comparing digraphs.

By direct comparison of digraphs it is important to consider their inner pattern. It is reflected in a level of likeness verifiable fragments both from the structural point of view and from the function point of sight. In deep analysis of a level likeness it is possible to carry out data digraphs analysis on existence of morphisms. In most cases will be cost research digraphs on connectivity matrixes and incidence matrixes.

In certain cases it is possible to manage a simple quantitative assessment of the elements forming digraphs fragments: summary number of the function objects and summary number of predicate arcs.

We will understand a level of semantic likeness of fragments of FSN as referentially correlation of fragments in general which final values are created on outputs in upper function objects digraphs fragments.

The class FSN fragments referentially correlation doesn't take structurally functional features of verifiable fragments into account.

The mains to features of referentially correlation are:

- The analysis statuses upper semantic function objects creating aggregate values FSN fragments;
- Absence of need about knowledge to an inner verifiable functional fragments pattern;
- Implementation simplicity in comparison with a structurally functional correlation class and possibility distribution of this method on multi-level FSN.

Thus, referentially correlation procedure consists in scanning of the upper values objects of the digraph. For the majority of multi-level semantic networks types it can find broad application

## Conclusion

In operation two classes of semantic correlation which can be used in case fragmentary verification of the different types functional semantic networks considered. Each of the considered classes of semantic correlation can be applied in procedures of verification majority of known FSN types. Other implicit classes of FSN semantic correlation are now researched