

ОТНОШЕНИЯ АССОЦИАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

Вера Любченко, Алексей Ярмула

Abstract: *Different kinds of associative relations are described. There are defined measures for power of these associative relations.*

Keywords: *associative relation, associative map, measure*

ACM Classification Keywords: *1.2.4 Knowledge Representation Formalisms and Methods*

Введение

Существует довольно обширный перечень вопросов, при решении которых представление, базирующееся на формализме ассоциативных сетей, оказывается весьма полезным. Одним из них является вопрос анализа предметных областей учебных курсов определенной учебной программы.

Предметная область любого учебного курса имеет свои базовые понятия – *концепты* – конструкции, описывающие все объекты в данной категории или классе сущностей, их взаимодействия, свойства и связи между ними. Каждый концепт характеризуется своим контекстом, задаваемым тремя компонентами:

- множеством учебных целей, для достижения которых необходимо изучение концепта,
- предусловием – множеством категорий сущностей, знание которых необходимо для изучения данного концепта,
- постусловием – категорией сущностей, которая изучается в данном концепте.

Анализ предметной области учебного курса должен определить силу смысловой связи между концептами и позволить выполнить его обоснованную грануляцию на тематические компоненты. Фактически, в ходе анализа проверяются структурированность и логическая связность учебного материала курса, являющиеся главными факторами при определении его качества.

В данной работе рассматривается множество отношений ассоциации, которые могут быть применены для анализа предметных областей учебных курсов.

Базовые отношения ассоциации

В [Любченко, 2007а] предложено рассматривать два типа ассоциативных связей:

- ассоциация по цели – отношение, которое показывает, что контексты концептов имеют общие элементы во множествах учебных целей;
- ассоциация по логике – отношение, которое показывает, что постусловие одного из них входит в предусловие второго.

Для каждого типа ассоциативной связи можно ввести количественный измеритель силы связи. Сила полной ассоциативной связи между двумя концептами может быть вычислена как сумма мер силы ассоциации по цели ass_G и ассоциации по логике ass_L :

$$ass(c_i, c_j) = ass_G(c_i, c_j) + ass_L(c_i, c_j),$$

где c_i и c_j – концепты, для которых рассчитывается сила полной ассоциативной связи.

Возможность идентифицировать парные ассоциации между двумя концептами позволяет ввести в рассмотрение более сложные конструкции, которые могут быть полезны для анализа содержания учебного материала. Дадим определение.

Ассоциативная карта – набор концептов учебного материала с определенными на них ассоциативными связями, математической моделью которой является неориентированный граф.

Используя ассоциативную карту, можно рассчитать значения двух показателей:

- *связность тематической компоненты* – сила ассоциативных связей между концептами данной компоненты, которую можно рассчитать как сумму весовых коэффициентов дуг между вершинами, соответствующими этим концептам;
- *сцепление тематической компоненты* – сила ассоциативных связей данной компоненты с остальными тематическими компонентами, которую можно рассчитать как сумму весовых коэффициентов дуг, соединяющих подграф данной тематической компоненты с остальными вершинами ассоциативной карты.

Дополнительно для тематической компоненты можно ввести в рассмотрение коэффициент разбиения – отношение значения сцепления к значению связности.

Относительно материала учебного курса связность между концептами дает возможность определить, является курс обзорным или специализированным. Можно предположить, что у специализированных курсов значение показателя связности выше, чем у обзорных. Сцепление показывает, насколько сильно учебный курс взаимодействует с другими курсами учебной программы. Можно предположить, что у обзорных курсов значение показателя сцепления выше, чем у специализированных.

Исследования поведения базовых отношений ассоциации

Исследования поведения базовых отношений ассоциации проводились для учебных курсов, информация о которых приведена в [Рекомендации, 2007]. Этот сборник содержит руководящие принципы создания учебных планов по программной инженерии. Рекомендации отражают обширный реальный опыт авторского коллектива и результаты обсуждения в рабочих группах. Таким образом, можно считать эффективность разбиения в данном случае эмпирически подтвержденной.

Информация о рекомендуемых курсах, их учебных целях и изучаемых концептах была собрана в базе фреймов [Любченко, 2007б], на основе которой строилась ассоциативная карта предметной области.

При построении ассоциативной карты основную сложность представляло построение списков связанных концептов, на основании которых рассчитывались силы ассоциативных связей между концептами. Для этого использовался рекурсивный алгоритм, использующий в качестве исходных данных список концептов предметной области. Для каждого концепта выполнялась такая последовательность действий:

1. Создается список предусловий текущего концепта, который образует список найденных концептов (СНК). Запоминается общее число найденных концептов
2. Определяется множество целей, с которыми связан концепт. Для каждой цели:
 - 2.1. Находятся все связанные с ней концепты и добавляются в СНК. Общее число найденных концептов увеличивается на количество концептов, добавленных в СНК.
 - 2.2. Находятся курсы, которым она принадлежит, и связанные с ней в этих курсах концепты. Список этих концептов добавляется в СНК. Общее число найденных концептов увеличивается на количество концептов, добавленных в СНК.

В результате выполнения алгоритма получается список всех концептов, связанных с текущим. Этот список использовался для расчета матрицы ассоциативных связей между концептами, на основании которой с использованием информации из базы фреймов рассчитывались значения показателей связности и сцепления.

Результаты расчетов показали, что для обзорных курсов значение показателя сцепления в 1,5-2 раза превышает значение показателя связности. Для специализированных курсов ситуация противоположна: значение показателя связности в 2-4 раза превышает значение показателя сцепления.

Дополняющие отношения ассоциации

Отметим тот факт, что базовые отношения ассоциации позволяют учесть не все связи, возникающие между концептами учебного курса.

Часто построение учебных курсов основано на рекомендуемом порядке изложения материала, однако, этот порядок не обусловлен логикой (соотношением множеств пред- и постусловий). Для учета этой информации следует ввести в рассмотрение ассоциацию по времени, позволяющую учесть для каждого концепта наличие зависимости от ранее изученных. Дадим определение.

Будем говорить, что между двумя концептами существует отношение временного порядка, если их рекомендуется изучать в определенной временной последовательности:

$$R_T(c_i, c_j), \text{ если } c_i \prec_t c_j,$$

где $c_i, c_j \in C$ — концепты. Это отношение антирефлексивно, антисимметрично и транзитивно.

Если вводится отношение временного порядка, то нужно ввести меру ассоциативной связи по времени. Эту меру предлагается определять следующим образом:

$$ass_T(c_i, c_j) = \frac{|Out_i \cap In_j| + 1}{|In_j \cup Pre_j|},$$

где In_j — множество предусловий концепта c_j , Out_i — множество постусловий концепта c_i , Pre_j — множество концептов, рекомендованных к изучению по времени раньше концепта c_j .

Базовые отношения ассоциации неявно предполагают, что концепты выполняют одинаковые функции в курсе. Однако, в зависимости от качественных характеристик взаимосвязи между учебными целями и концептами, можно выделить три типа концептов:

- основные концепты, изучение которых необходимо для достижения учебной цели курса;
- подготовительные концепты, которые необходимы для понимания и работы с учебными материалами основных концептов определенной учебной цели;
- родственные концепты, которые связаны с основными концептами специфичным образом, дополняя (расширяя) их.

Пусть Gr_i — множество подготовительных концептов, Rel_i — множество родственных концептов для концепта c_i . Дадим определения.

Будем говорить, что между двумя концептами существует ассоциация по подготовке, если концепт c_j является подготовительным для концепта c_i :

$$R_P(c_i, c_j), \text{ если } c_j \in Gr_i.$$

Будем говорить, что между двумя концептами существует ассоциация по расширению, если концепт c_j является родственным для концепта c_i :

$$R_R(c_i, c_j), \text{ если } c_j \in Rel_i.$$

Оба отношения антирефлексивны, антисимметричны и, в общем случае, нетранзитивны.

Соответственно, введем две меры для этих типов ассоциативной связи:

- $ass_P : F^2 \rightarrow [0,1]$ — вычисление меры ассоциативной связи по подготовке, которую предлагается определять как значение отношения

$$ass_P(c_i, c_j) = \frac{\max(1, |In_i \cap Gr_j|)}{|In_i \cup Gr_j|};$$

- $ass_R : F^2 \rightarrow [0,1]$ – вычисление меры ассоциативной связи по расширению, которую предлагается определять как значение отношения

$$ass_R(c_i, c_j) = \frac{|Cb_j|}{|Rel_i|},$$

где $Cb_j = \{c_k : c_j \in Rel_k, \forall k\}$ – множество концептов, для которых c_j является родственным.

После введения дополняющих отношений ассоциации сила полной ассоциативной связи может быть вычислена как сумма мер силы всех типов ассоциаций:

$$ass(c_i, c_j) = ass_G(c_i, c_j) + ass_L(c_i, c_j) + ass_T(c_i, c_j) + ass_P(c_i, c_j) + ass_R(c_i, c_j).$$

Заключение

В работе рассмотрено множество отношений ассоциации и их мер, которые могут быть использованы для анализа предметных областей учебных курсов. Собственно методика анализа учебного курса на основе ассоциативных карт, моделирующих предметную область курсов, в работе не рассматривается. Но можно утверждать, что анализ структуры целесообразно выполнять на основе гипотезы компактности [Загоруйко, 1999]. Соответственно, результаты вычислений силы ассоциативной связи можно использовать следующим образом:

- при изменении структуры учебных курсов на основе анализа изменений показателей сцепления и связности можно оценить величину эффекта данного изменения и принять решение о целесообразности этого изменения;
- при анализе учебных курсов определенной учебной программы (например, учебных курсов одной специальности) значительный разброс значений коэффициентов разбиения может служить индикатором неэффективного разделения учебного материала по курсам.

Список литературы

- [Загоруйко, 1999] Загоруйко. Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Издательство Института математики, 1999.
- [Любченко, 2007а] Любченко В., Крисилов В. Использование ассоциативных сетей для грануляции материалов курса // Proceedings of the Second International Conference "Modern (e-) Learning" – Varna, 2007. – Sofia: FOI ITHEA, 2007. – P.61–64.
- [Любченко, 2007б] Любченко В.В., Нестеренко А.В. Фреймовая модель предметной области для уровневого представления учебного курса // Образование и виртуальность – 2007. Сборник научных трудов 11-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного обучения. – Харьков-Ялта: УАДО, 2007. – С.122–128.
- [Рекомендации, 2007] Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007. – 462 с.

Сведения об авторах

Вера Любченко – доцент, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одесса 65044, Украина; e-mail: vira.lyubchenko@gmail.com

Алексей Ярмула – магистр, Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одесса 65044, Украина; e-mail: oleksiy.yarmula@gmail.com