

# АССОЦИАТИВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

А. А. Зайцева.

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН  
199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д.39  
cher@mail.iias.spb.su

---

УДК 681.3.06(075)

А. А. Зайцева. **Ассоциативная идентификация** // Труды СПИИРАН. Вып. 1, т. 3. — СПб: СПИИРАН, 2003.

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные подходы к представлению мультимедийной информации в компьютере. Одним из таких подходов является ассоциативная идентификация на основе древовидных рекурсивных структур. Каждому элементу дерева ставится в соответствие уникальный идентификатор. Этот идентификатор сформирован таким образом, что в нем содержится информация обо всем дереве в целом, о местонахождении элемента относительно этого дерева, что и позволяет организовать принципиально новую систему поиска мультимедийной информации. — Библ. 7 назв.

UDC 681.3

A. A. Zaitseva. **Associative Identification** // SPIIRAS Proceedings. Issue 1, v. 3. — SPb: SPIIRAS, 2003.

**Abstract.** In the article are considered different approaches to the representation of multimedia information. One of them is the associative identification based on recursive hierarchical structures. Each element of this structure has the unique descriptor contained all information about structure. This approach allows organizing of principal new multimedia search system. — Bibl. 7 items.

---

Ассоциативная идентификация, образование и процесс познания сводится к раскрытию содержания различных областей знаний. Например, физика, механика как области знаний и их изучение есть суть поиска по статьям, монографиям и ссылкам. Расширяя свой кругозор таким образом, теоретически возможно в конце концов прочесть все материалы по интересующему предмету. Но это только теоретически: практически человечество начало захлебываться информацией еще задолго до появления компьютеров. Поиск по библиотекам и журналам даже основных публикаций стал отнимать так много времени, что стал просто невозможен физически.

Не случайно французское слово *l'ordinateur* (ЭВМ) буквально означает «задающий порядок», что, несомненно, ближе по смыслу к современному использованию компьютеров, нежели английское «computer», что буквально означает «вычислитель» и характеризует в большей мере назначение компьютеров на начальной стадии их применения.

Первым, кто обратил на это внимание и предложил новый подход к организации порядка при индексировании понятий для поиска в компьютере, был Ванневар Буш, имя которого широкой публике известно в связи с историей атомной бомбы: именно он посоветовал президенту Рузвельту в 1939 году обратить внимание на письмо Эйнштейна, что и дало толчок Манхэттенскому проекту. Но основной областью деятельности В. Буша были компьютерные технологии, и в 1945 году он опубликовал полуутопическую работу «Как мы можем думать» («As We May Think»), которая стала на долгие годы наиболее цитируемой публикацией, связанной с человеко-машинным взаимодействием. В работе приводится описание «браузера» (вот когда появилось это слово!) — системы для просмотра текстографической информации. Эта система, получившая название Memex, включала в себя большую библиотеку текстов, а также фотографии и рисунки.

Хотя Буш продемонстрировал замечательный дар предвидения, Metex не является компьютером, а использует микрофильмы и фотоэлементы. Главной особенностью системы Metex была возможность вводить в ней взаимную связь элементов библиотеки. Соответствующий механизм являлся неизбежно громоздким, но достаточно логичным. Когда перед пользователем находятся два документа, которые он хочет связать между собой, причем каждый из них дан в отдельном изображении, тогда пользователь выстукивает специальной **кнопкой ИМЯ СВЯЗИ**, и **ЭТО ИМЯ** появляется в пространстве в нижней части каждого изображения. Для получения связанного таким образом документа нужно было просто выстучать его код той же кнопкой. Именно таким образом возникло то, что теперь называется «гипертекстом».

Связать в единую систему концепцию гипертекста, вновь изобретенные технические устройства и графические возможности, (что и привело к возможности построения современных мультимедийных систем), удалось Дугласу Энгельбарту, создателю первого в истории компьютера манипулятора «мышь».

Однако в современных поисковых системах все еще используется принцип поиска по ключевым словам (идентификаторам). Этот принцип фактически неэффективен, так как на каждое ключевое слово система дает огромное количество ссылок из самых разных областей знания. Среди способов идентификации, реализованных в поисковых серверах Интернета наиболее перспективен принцип поиска информации сервера [www.altavista.com](http://www.altavista.com), который дает полный путь к тому сайту (страничке), где обнаружено ключевое слово, но этот подход никак не отражает потребность в семантическом и смысловом поиске. ISBN, BIB - каталогизация как заданный стандарт использует алфавитно-предметный принцип упорядочения, но он принципиально не содержит и не предусматривает возможность выделения и построения семантико-смысловых понятий как междисциплинарных и межпредметных связей. Принципиальная возможность построения ассоциативных идентификаторов связана с установлением связи между стандартно заданной древовидной структурой уникальных идентификаторов с полем семантико-смысловых понятий.

Понимание потребности в этом и вызывает последующее развитие от стандарта MPEG-1 к стандарту MPEG-7 [1]. Последовательность шагов от MPEG-1 к MPEG-7 есть переход от простого кодирования к организации возможности **понимания — узнавания информационного сообщения**. Появилось анонсирование программы «Угадай мелодию».

MPEG-7 — стандарт для описания различных типов мультимедийной информации (а не для ее кодирования), чтобы обеспечивать эффективный и быстрый ее поиск (рис. 1). MPEG-7 официально называют — "Multimedia Content Description Interface" (Интерфейс описания мультимедиа данных). MPEG-7 определяет стандартный набор дескрипторов для различных типов мультимедиа информации, так же он стандартизует способ определения своих дескрипторов и их взаимосвязи (description schemes). Для этой цели MPEG-7 вводит DDL (Description Definition Language — язык описания определений). Основная цель применения MPEG-7 это поиск мультимедиа информации (так же как сейчас мы можем найти текст по какому-нибудь предложению), например:

- *Музыка*. Сыграв несколько нот на клавиатуре можно получить список музыкальных произведений, которые содержат такую последовательность.
- *Графика*. Нарисовав несколько линий на экране, получим набор рисунков содержащих данный фрагмент.

- *Картины.* Определив объект (задав его форму и текстуру) получим список картин, содержащих оный.
- *Видео.* Задав объект и движение получим набор видео или анимации.
- *Голос.* Задав фрагмент голоса певца, получим набор песен и видео роликов где он поет.

MPEG-7 — первый пример попытки организации совместных структур данных представления аудио- видео- информации с использованием аналитических и контекстных понятийных элементов.

Компьютерная организация ассоциативной идентификации сводится к использованию рекурсивных самоподобных структур, которые были разработаны и использовались для механизма ассоциативных связей в базах данных. В [2, 3] приведены аналитические способы описания всех связей в древовидных структурах.

Самоподобие характеризует свойства конфигурации развивающихся систем. Имея некоторый исходный элемент и набор правил преобразования элементов, можно построить достаточно сложную конфигурацию из преобразованных элементов. Сами правила построения могут быть заданы (упорядочены) по-разному, например, полным перечнем или аналитическим описанием.

Начнем с представления наглядного геометрического образа для аналитического представления систем рекурсивным способом.

Для ориентированного дерева один из способов его описания состоит в задании функции предшественника ("отца"). Например, для изображенного на рис. 2 дерева функция предшественника будет иметь вид:

$$f(b) = f(c) = a$$

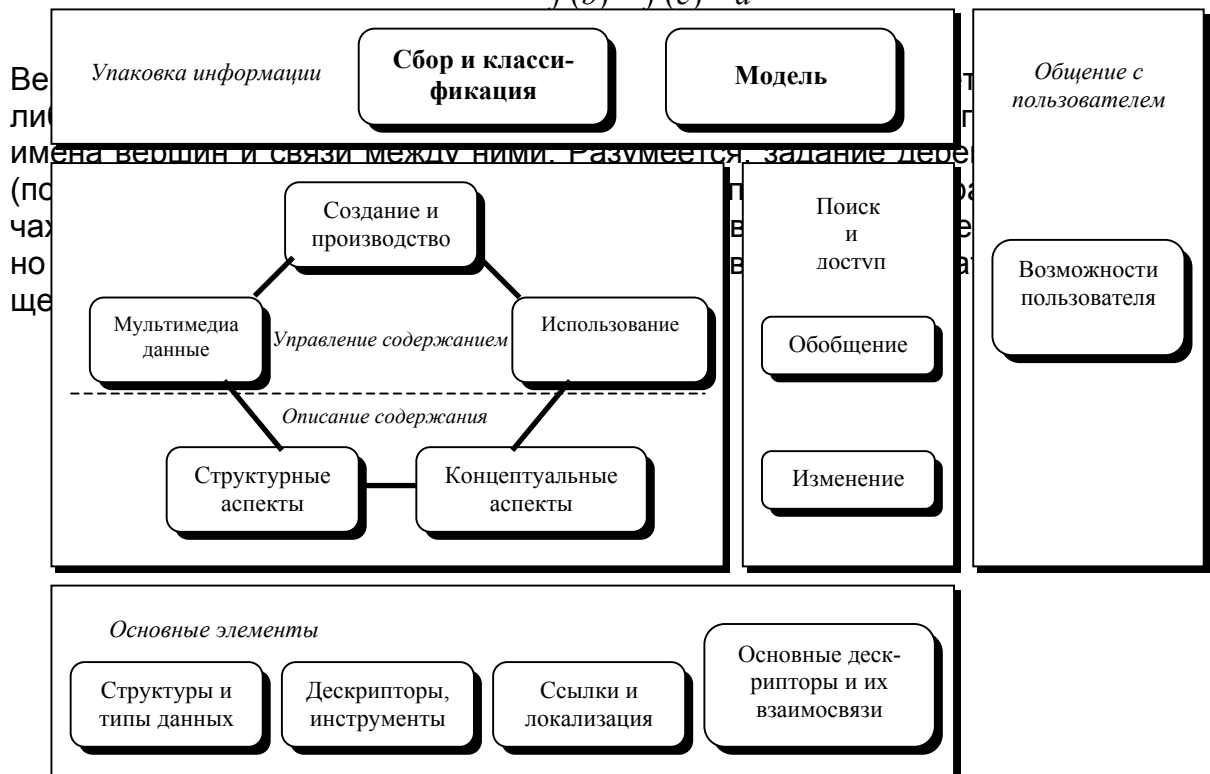


Рис. 1. Формат MPEG-7

Рассмотрим несколько семейств построенных таким образом деревьев.

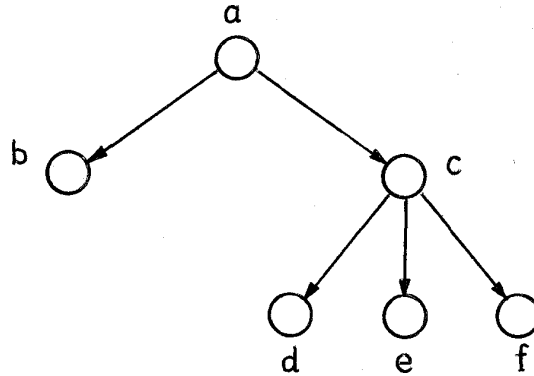


Рис. 2. Ориентированное дерево

### Самоподобные t-арные деревья [3]

Начнем с простейшего дерева — унарного, в котором каждая вершина имеет ровно одно поддереву. Бесконечное унарное дерево может быть описано формулой

$$f(n) = n - 1, f(1) = 1$$

Подставляя в эту формулу в качестве аргументов числа натурального ряда, получим последовательность номеров предшествующих вершин. Соответствующий графический образ изображен на рис. 3а.

Меняя константу в формуле унарного дерева, можно получить семейство деревьев, представляющие собой соединенные у корня унарные поддеревья, при этом значение константы определяет их количество. На рис. 3б приведены представители этого семейства с соответствующими формулами порождения.

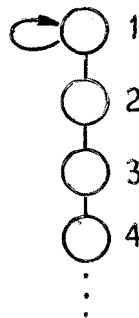


Рис. 3а. Унарное дерево.

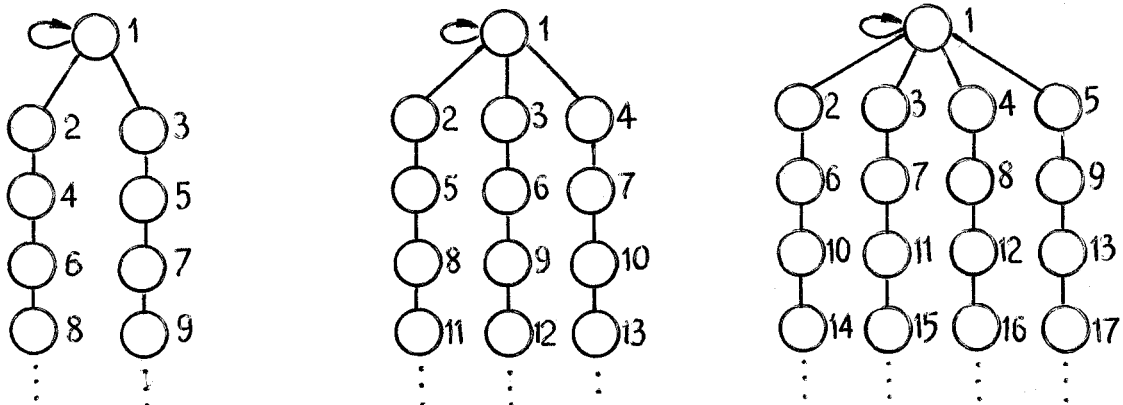


Рис. 3б. Унарные деревья, соединенные в корне

Таким образом, формула любого дерева данного семейства имеет вид:

$$f(n) = n - k, f(1) = \dots = f(k) = 1, k > 0$$

Зададим теперь функцию предшественника в виде:

$$f(n) = n - f(n-1)$$

и начальные условия или аксиому дерева  $f(0) = 0$ . Используя в качестве аргументов натуральный ряд чисел, получим следующую последовательность значений:

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	....
$f(n) =$	1	1	2	2	3	3	4	4	....

Геометрический образ этой последовательности в виде дерева имеет вид бесконечного полного бинарного дерева (рис. 4). Рекурсивность в задании такого способа построения дерева всегда требует определения начального элемента через себя, чему соответствует цикл у первой вершины. Фактически это "виртуальная ветвь" дерева, которая вместо порождения своих потомков зацикливается и как бы тормозит первый такт развития. Этот цикл всегда следует учитывать и при необходимости отбрасывать, поскольку от аксиомы может исходить на одно поддерево меньше, чем от прочих вершин. Бинарное дерево (если не учитывать исходное зацикливание) на каждой шаге в каждой вершине порождает себе подобное.

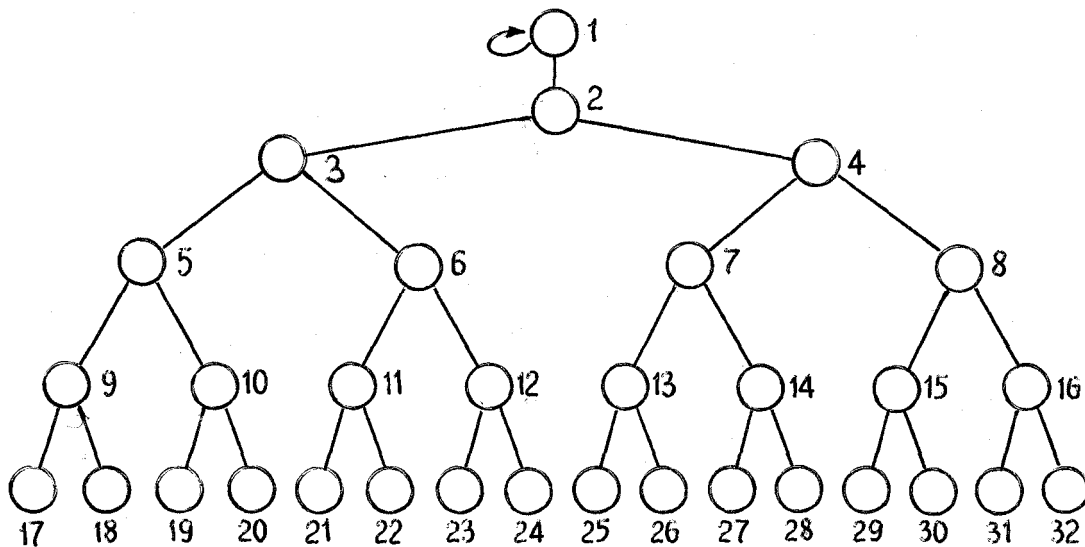


Рис. 4. Другие представители  $t$ -арных деревьев: бинарное дерево

Любое дерево из семейства полных  $t$ -арных деревьев можно представить следующей аналитической записью:

$$f(n) = n - \sum_{i=1}^{t-1} f(n-i), n > t-1, f(0) = 0, f(1) = f(2) = \dots = f(t-2) = 1,$$

где  $t$  — арность дерева.

Эта формула всегда дает полные деревья. Характерным моментом и наиболее важным в предложенных аналитических записях является то, что при построении структурных связей одновременно генерируются имена связываемых объектов. Такими свойствами не обладают формулы классической математики,

задающие функциональную зависимость — они всегда требуют координатной привязки.

Семейство  $t$ -арных деревьев характеризуется проявлением самоподобия на каждом такте. Это, разумеется, не единственно возможный тип самоподобия.

В качестве еще одного примера описания самоподобных рекурсивных структур приведем самоподобные неравновесные деревья «типа Фибоначчи».

## Последовательность Фибоначчи

Рекурсивная формула порождения дерева Фибоначчи имеет вид:

$$f(n) = n - f(f(n-1)), \quad f(0) = 0$$

Соответствующий этой формуле ряд значений:

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$f(n) =$	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8

Этот ряд значений дает построение дерева на рис. 5.

От корня  $n=1$  отходит единственная связь как ствол дерева, элемент  $n=2$  также имеет единственную связь со следующим элементом  $n=3$ , который имеет две связи (ветки) со следующими вершинами (элементы 4, 5). Конкретный вид связи зафиксирован в значении функции  $f(n)$ , которая одновременно несет информацию о числе элементов на следующем уровне дерева, т.е. две вершины 4, 5 связаны с элементом 3 предыдущего уровня, а значение  $f(n)=3$  элемента 5 определяет число вершин на следующем уровне дерева, а именно три: 6, 7, 8, а связь с предыдущим уровнем отражена:  $f(6)=4, f(7)=4, f(8)=5$ , а  $f(8)=5$  дополнительно определяет и число вершин следующего уровня.

Полученный образ соответствует общепринятой форме дерева Фибоначчи, в котором по правому краю номера вершин дают последовательность Фибоначчи, либо, что эквивалентно, количество вершин на каждом уровне дает число Фибоначчи со сдвигом на два уровня, что вполне естественно вытекает из определения самой последовательности как суммы двух ближайших предшественников.

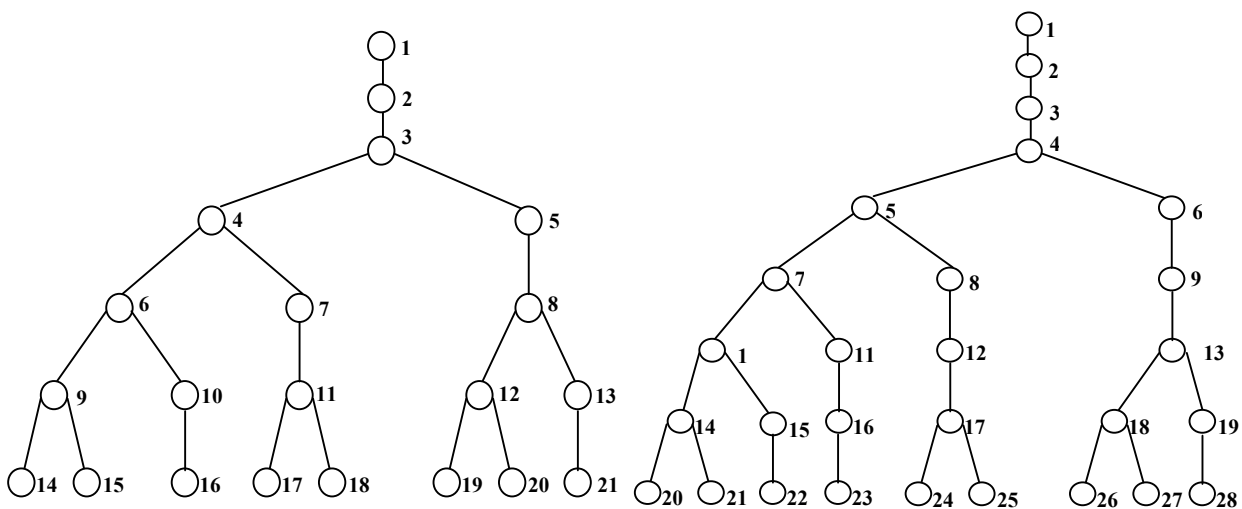


Рис. 5. Дерево Фибоначчи

Рис. 6. Дерево Лукаша

## Последовательность Лукаша

Последовательность Лукаша — следующий представитель семейства самоподобных неравновесных деревьев «типа Фибоначчи» — определяется аналогично последовательности Фибоначчи, но для других предшественников.

Рекурсивное задание дерева Лукаша:

$$f(n) = n - f(f(f(n-1))), \quad f(0) = 0$$

Этой формуле соответствует следующий ряд значений, который дает построение дерева на рис. 6:

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...
$f(n) =$	1	1	2	3	4	4	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	...

Каждому элементу дерева ставится в соответствие уникальный идентификатор. Этот идентификатор сформирован таким образом, что в нем содержится информация обо всем дереве в целом, о местонахождении элемента относительно этого дерева. Имея этот уникальный идентификатор, мы можем получить аналитическую форму представления данной древовидной структуры (свернуть все дерево в одну строчку), нарисовать дерево и получить информацию обо всех «ветках» и «листьях», расположенных на этом дереве.

Такая древовидная структура позволяет построить ассоциативную идентификацию по заранее выделенной предметной области. При этом необходимо учитывать, что ассоциация возникает только после присваивания "листу", "стволу", "ветке" имен.

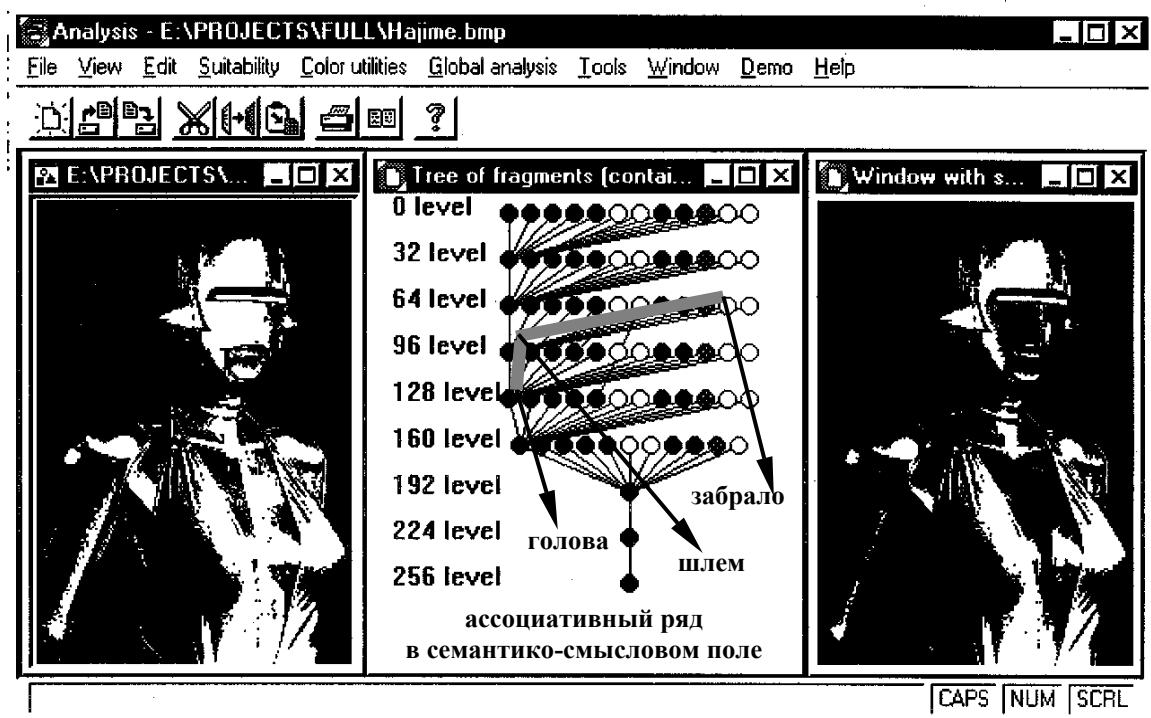


Рис. 7. Ассоциативный ряд в семантико-смысловом поле

Таким образом, формирование ассоциативного ряда в семантико-смысловом контексте производится следующим образом (рис. 7):

{ $N$ } — окружающая среда, порождающая информационные агенты (объекты) как имена и понятия: диалоги Платона, коммунизм, капитализм, IQ,

NASDAQ, и др., формируя тем самым семантико-смысловой контекст, или, по определению Ричарда Доукинса «теме» [4], или по Тойнби [5] — мимесис.

*f* — инструмент построения теме как информационных агентов (IA): функциональный анализ, интерфейсное взаимодействие, компьютер, Интернет...

*n* — аргумент, порождающий многообразие IA: число, алфавит, музыка, графика, картины, видео, голос, аудио- видео- поток.

Обучающаяся система адаптивно-динамической структуризации данных для построения ассоциативных связей с семантико-смысловым контекстом более подробно приведена в [6, 7].

## Литература

- [1] *Neil Day, Jose M. Martinez.* Introduction to MPEG-7. — International Organisation for Standardisation. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 №3751. La Baule: October 2000. — 7 p.
- [2] *Hofstadter D. R.* Godel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid. — NY., Basic Books, 1979. — 779 p.
- [3] *Александров В. В., Арсентьева А. В.* Информация и развивающиеся структуры. — Л.: ЛНИВЦ АН СССР, 1984. — 182 с.
- [4] *Lyall Watson.* Lifetide. A biology of the Unconscious. — Coronet Book, 1979.
- [5] *А. Дж. Тойнби.* Постигание истории. — Пер. с англ./Сост. Огурцов А. П.; Вступ. ст. Уколовой В. И.; Закл. ст. Рашковского Е. Б. — М.: Прогресс, 1996. — 608 с.
- [6] *Alexandrov V. V., Frenkel B. E., Kharinov M. V.* Object-fitting Approach to Image Representation, Computer Applications in Industry //Proc. Fourth IASTED International Conferences, — Cairo, Egypt (ARE), 1995. — pp. 144–147.
- [7] *Alexandrov V. V., Laikov E. V., Frenkel B. E.* Dynamic Adaptive Data Structures for Semantic Analysis of Video Information. — Proc. Third Asian Conferention Computer Vision, Hong Kong, 1998 — 5 p.