



УДК 51.007.004

А. А. Копыльцов

МОДЕЛЬ КЛАССИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ И АЛГОРИТМ ЕЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Построена модель классификации информации, поступающей от статических и динамических объектов. Предлагается алгоритм ее предварительной обработки с целью последующей поддержки принятия решений. Проведено сравнение с обработкой информации в живых системах.

Обработка информации, слабо формализованная информация, недостаток информации, поддержка принятия решений

При анализе информации, поступающей от различных объектов, используются различные приборы (рецепторы), имитирующие органы восприятия у живых систем (зрение, слух, обоняние, осязание, запах). Информация, поступающая от объектов наблюдения, разнообразна, часто нечеткая, слабо формализованная, содержит шумы, помехи и искажения. Обработка такой информации с целью дальнейшего принятия решений осуществляется различными способами как в технических, так и в живых системах [1]–[7]. Каждая из систем восприятия имеет свои преимущества и недостатки. Одним из важных вопросов остается проблема классификации поступающей информации и ее предварительной обработки с целью поддержки принятия решений. Сложность решения этой проблемы состоит в том, что объем информации, поступающей от объектов наблюдения, довольно велик, и в этой информации нужно выявить существенную информацию, важную для поддержки принятия решений. Таким образом, проблема классификации информации, поступающей от объекта наблюдения, и ее предварительной обработки с целью поддержки принятия решений актуальна и своевременна.

Предлагается модель, осуществляющая предварительную обработку информации таким образом, чтобы после ее окончания система принятия решений смогла сгенерировать эффективное решение. Для реализации модели предварительной обработки информации поступающую информацию необходимо классифицировать.

Классификация поступающей информации. Поступающую информацию в первом приближении можно классифицировать по 5 органам восприятия: зрения; слуха; обоняния; осязания; вкуса; 10 вариантам их сочетания по двум элементам: органы зрения и слуха; органы зрения и обоняния; органы зрения и осязания; органы зрения и вкуса; органы слуха и обоняния; органы слуха и осязания; органы слуха и вкуса; органы обоняния и осязания; органы обоняния и вкуса; органы осязания и вкуса; 10 вариантам их сочетания по трем элементам: органы зрения, слуха и обоняния; органы зрения, слуха и осязания; органы зрения, слуха и вкуса; органы зрения, обоняния и осязания, органы зрения, обоняния и вкуса; органы зрения, осязания и вкуса; органы слуха, обоняния и осязания; органы слуха, обоняния и вкуса; органы слуха, осязания и вкуса; органы обоняния, осязания и вкуса; 5 вариантам их сочетания по четырем элементам: органы зрения, слуха, обоняния и осязания; органы слуха, обоняния, осязания и вкуса; органы зрения, обоняния, осязания и вкуса; органы зрения, слуха, осязания и вкуса; органы зрения, слуха, обоняния и вкуса; и одному варианту из пяти органов восприятия: органы зрения; слуха; обоняния; осязания; вкуса.

Всего в первом приближении – 31 вариант, т. е. число классов $N = 31$. На начальном этапе работы можно использовать либо обучающую выборку, либо случайным образом сгенерированное распределение поступающей информации между классами.

Информация, поступившая в каждый из классов, подвергается своей, присущей данному классу, свертке (алгоритму обработки информации, присущему данному классу). В дальнейшем информация может быть использована для поддержки принятия решений. Рассмотрим статистические объекты, не изменяющиеся с течением времени.

Обработка видеоинформации (зрение). Предлагается алгоритм свертки визуальной информации (объекта наблюдения), позволяющий произвести первичную обработку информации с целью дальнейшей ее обработки для поддержки принятия решений, извлечения знаний и т. д. Визуальная информация определяется показателями: площадь объекта наблюдения, угол между лучом зрения и объектом, расстояние до объекта, цвет (или цвета) объекта, освещенность объекта, координаты источников света, видимый размер картинке, видимая раскраска картинке, видимое изображение на картинке и др. Количество критериев может быть увеличено. При обработке визуальной информации используется алгоритм свертки, суть которой состоит [7]–[11] в следующем. Пусть N – достаточно большое число. Согласно расчетам можно взять $N = 20$ или более. Тогда

$$P_1 = 0, P_2 = 1/N, P_3 = 2/N, \dots, P_{n+1} = 1,$$

где P_n – весовые коэффициенты в формуле для расчета значения i -го показателя $(n - 1)$ -го порядка f_i :

$$f_i = \sum_{j=1}^{S_i} P_j K_j.$$

Здесь K_j ($j = 1, \dots, S_j$, $0 \leq K_j \leq 1$) – нормированные числовые значения показателей n -го порядка, определяющих i -й показатель $(n - 1)$ -го порядка; S_j – число показателей n -го порядка, определяющих f_i . Значения f_i определяются с учетом отношений порядка между по-

казателями. Условие $P_m \geq P_n$ – «показатель с номером m примерно такой же или чуть важнее показателя с номером n ». Условие «показатель с номером m важнее показателя с номером n » означает, что $P_m > P_n$. Условие «показатель с номером m существенно важнее показателя с номером n » означает, что $P_m \gg P_n$, т. е. существует по крайней мере один P_q , такой, что, $P_m > P_q > P_n$.

Значения f_i определяются для всех $i = 1, \dots, F$ с учетом введенных отношений порядка между показателями: «примерно такой же или чуть важнее» (\geq); «важнее» ($>$); «существенно важнее» (\gg)) и условия нормировки:

$$\sum_{j=1}^{S_i} P_j = 1 \text{ для } i = 1, \dots, F.$$

Поскольку $S_i < N + 1$, то для каждого i количество $f_i > 1$, т. е. для каждого показателя $(n - 1)$ -го порядка получаем несколько значений f_i . Можно определить среднее значение

$$f = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} f_i}{N_0},$$

дисперсию

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} (f_i - f)^2}{N_0}$$

и среднеквадратичное отклонение $\sigma = D^{0,5}$, где N_0 – число полученных f_i . Процедура получения f называется сверткой.

В основу алгоритма свертки положен экспертный метод, разработанный ранее для оценки качества программных продуктов [7]–[11]. Суть этого подхода состоит в следующем. Предлагается выбрать из показателей 3-го порядка ($D1$ – площадь объекта, $D2$ – угол между лучом зрения и объектом, $D3$ – расстояние до объекта, $D4$ – цвет (или цвета), используемый на объекте, $D5$ – мощность источников света, $D6$ – рисунок на картинке (объекте), $D7$ – координаты источников света) все необходимые для анализа объекта. По усмотрению эксперта выбранные показатели нужно расположить в «порядке убывания» их важности, ввести отношения порядка («немного важнее», «важнее», «значительно важнее») между каждыми двумя соседними показателями.

Численное значение показателя 2-го порядка (например, $C1$ – освещенность картинки) получается из показателей 3-го порядка методом свертки, который описан ранее (определяется показателями $D1, D5, D7$).

Применяя свертку к показателям 2-го порядка, формируются численные значения показателей 1-го порядка ($B1$ – видимый размер картинки, $B2$ – видимая раскраска картинки, $B3$ – видимое изображение на картинке). При этом показатель $B1$ определяется $D1, D2, D3, C1$; показатель $B2$ определяется $D4, C1$; показатель $B3$ определяется $D4, D6, C1$.

Применение свертки к показателям 1-го порядка дает численное значение показателя нулевого порядка A (характеристика объекта наблюдения в видеодиапазоне). С помощью этого алгоритма может быть осуществлена в первом приближении экспертная оценка объекта в видеодиапазоне. Информацию из других классов можно обрабатывать аналогичным образом.

Обработка аудиоинформации (слух). Характеристика объекта наблюдения в аудиодиапазоне определяется показателями: сила звука ($B1$), высота звука ($B2$), продолжительность звучания ($B3$), расстояние до источника (или источников) звука ($B4$), мощность источников звука ($B5$), координаты источников звука ($B6$) и др. В результате свертки показателей $B1$ – $B6$ формируется численное значение показателя нулевого порядка A (характеристика объекта наблюдения в аудиодиапазоне).

Обработка информации, поступающей от рецепторов запаха (обоняние). Информация поступает на рецепторы запаха и определяется показателями: расстояние до источника запаха ($B1$), мощность источников запаха ($B2$), координаты источников запахов ($B3$) и др. В результате свертки показателей $B1$ – $B3$ формируется численное значение показателя нулевого порядка A (характеристика объекта наблюдения в области обоняния).

Обработка информации, поступающей от тактильных рецепторов (осязание).

Информация поступает на тактильные рецепторы и определяется показателями: площадь объекта осязания ($B1$), расстояние от рецепторов до поверхности объекта ($B2$), рельеф поверхности объекта наблюдения ($B3$) и др. В результате свертки показателей $B1$ – $B3$ формируется численное значение показателя нулевого порядка A (характеристика объекта наблюдения в области осязания).

Обработка информации, поступающей от рецепторов вкуса (вкус). Информация поступает на рецепторы вкуса и определяется показателями: площадь объекта исследования ($B1$), расстояние от рецепторов до объекта ($B2$), вкусы, используемые на объекте (сладкий, горький, соленый, кислый) – ($B3$), мощность источников вкуса ($B4$), координаты источников вкуса ($B5$) и др. В результате свертки показателей $B1$ – $B5$ формируется численное значение показателя нулевого порядка A (характеристика объекта наблюдения в области вкуса).

Если рассматривать различные сочетания рецепторов (зрение, слух, обоняние, осязание, вкус) по 2 (10 вариантов), по 3 (10 вариантов), по 4 (5 вариантов), по 5 (1 вариант), то, производя свертки этих различных сочетаний, получим, в дополнение к пяти рассмотренным вариантам, еще 26 вариантов. Таким образом, всего 31 вариант.

Вторая разновидность объектов – динамические объекты. В сравнении наибольший интерес представляют объекты, которые изменяются с течением времени. В частности, возможны варианты:

- объект изменяется в пределах своего класса;
- объект изменяется, переходя из одного класса в другой.

В первом случае приоритеты (внимание) изменяются (могут изменяться) в пределах одного класса, а во втором случае они могут изменяться в пределах нескольких классов. В обоих случаях промежутки времени, в течение которого осуществляется наблюдение за объектом, естественно разбить на интервалы времени, в течение которых приоритеты

(внимание) не меняются. Указанная задача разбиения может быть решена следующим образом: приоритеты (внимание) изменяются в случае исчезновения (или появления) объекта в области одного из пяти органов чувств (зрение, слух, обоняние, осязание, запах).

Отношения порядка («немного важнее», «важнее», «значительно важнее») между каждыми двумя соседними показателями аналогичны тому, что в живых системах называется «вниманием» [6]. Например, при наблюдении за объектом в видеодиапазоне внимание сосредоточено на визуальном наблюдении объекта, а остальные его характеристики, такие, как аудио и другие, могут оказаться незамеченными или плохо замеченными, т. е. некоторые важные подробности могут быть упущены. Аналогичная ситуация наблюдается, когда внимание сосредоточено на объекте в аудиодиапазоне. Точно также, остальные характеристики объекта, например видео и другие, могут быть плохо замеченными, т. е. идентифицированы не достаточно четко. Аналогично можно рассуждать относительно таких характеристик, как вкус обоняние, осязание.

Производя свертку для каждого из 31 варианта (с учетом ранжирования приоритетов – «внимания»), можно получить неодинаковые результаты. Аналогичная ситуация наблюдается и в живых системах. В живых системах это явление было подтверждено экспериментально на мышах [6] и означает, что в каждом из пяти перечисленных случаев переработанная разными способами информация (зрение, слух, обоняние, осязание, вкус) хранится в различных структурах мозга (например, гиппокампе). Возможно, что и сама эта разная информация перерабатывается в разных структурах мозга. Аналогичная ситуация наблюдается в сложном случае, когда, например, внимание сосредоточено не на одной, а на двух характеристиках, например аудио- и видеохарактеристиках объекта. В живых системах свертка информации осуществляется разными способами, в различных участках мозга и хранится в различных структурах мозга (например, гиппокампе). Это явление тоже подтверждено экспериментально [6]. Аналогичная картина наблюдается и экспериментально подтверждается для трех, четырех и пяти характеристик в различных ситуациях. Это означает, что результат наблюдения объекта зависит как от самого объекта, так и от приоритетов, поэтому важно выбрать приоритеты при наблюдении за объектом. Этого можно достичь, например, с помощью обучающей выборки. Построенная модель предварительной обработки информации может быть использована при решении задачи поддержки принятия решений в задачах анализа реакций наблюдаемого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А. И. Теория принятия решений. М.: Март, 2004.
2. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А. Барсегян, М. Куприянов, И. Холод, В. Степаненко. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
3. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений / В. А. Геловани, А. А. Башлыков, В. Б. Бритков, Е. Д. Вязилов. М.: Эдиториал УРСС, 2001.
4. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: СИНТЕГ, 1998.
5. Черноуцкий И. Г. Методы принятия решений / ЛПИ. Л., 1990.
6. Кандель Э. Р. В поисках памяти. М: Астрель, 2012.
7. Копыльцов А. А., Копыльцов А. В. Алгоритм обработки слабо формализованной информации, поступающей от технических систем // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. Вып. 8. С. 30–36.
8. Хованов Н. В. Статистические модели теории квалиметрических шкал. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986.
9. Оптимальный метод предварительной оценки качества программного продукта / А. О. Андреев, В. И. Воробьев, А. В. Копыльцов, Б. П. Пальчун // I Межгос. конф. «Надежность, живучесть и безопасность технических систем», СПб., 1992 / ЛДНТП. СПб., 1992. С. 33–36.

10. Методы и модели оценивания качества программного обеспечения / В. И. Воробьев, А. В. Копыльцов, Б. П. Пальчун, Р. М. Юсупов; СПИИРАН. СПб., 1992.

11. Копыльцов А. В. Об оценке качества программного обеспечения // Проблемы информатизации (теоретический и научно-практический журн.). 1994. Вып. 3–4. С. 46–49.

A. A. Kopyltsov

MODEL OF CLASSIFICATION OF ALGORITHM OF PRELIMINARY INFORMATION FOR STATIC AND DYNAMIC OBJECTS

The model of classification of information arriving from static and dynamic objects is constructed. The algorithm of its preliminary processing for the purpose of the subsequent support of decision-making is offered. Comparison with information processing in live systems carried out.

Information processing, weakly formalized information, deficiencies of information, decision-making support

УДК 004.94

*Г. Д. Дмитриевич, А. И. Ларистов,
Аль-Шамери Язид Мохаммед Абдулрахман*

МОДЕЛЬ ДАННЫХ ДЛЯ АРХИВА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЙ САПР

Рассматриваются вопросы организации web-ориентированного архива проектных решений схемотехнической САПР. Обсуждается возможность многократного использования полученных проектных решений в новых разработках и при модернизации соответствующего узла или блока РЭА. Анализируется содержимое архива проектных решений и предлагается модель данных архива в виде ER-диаграммы, служащей основой для последующей реализации архива в среде реляционной базы данных.

Схемотехническая САПР, архив проектных решений, модель данных, ER-диаграмма

Современные технологии проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) базируются на сквозном применении систем автоматизированного проектирования (САПР) на всех стадиях разработки, начиная от этапа схемотехнического проектирования и заканчивая этапом технологической подготовки производства. Особенностью использования САПР в данной области является возможность получения проектного решения отдельного узла или блока РЭА полностью в электронной форме. Совокупность файлов проектного решения полностью описывает состав, структуру и параметры проектируемой схемы и позволяет повторно воспроизвести моделирование устройства в САПР. Таким образом, возникает возможность многократного использования полученных проектных решений в новых разработках и при модернизации соответствующего узла или блока РЭА. Для систематизации и хранения полученных результатов необходимо формирование *архива проектных решений САПР* (АПР САПР). Следует отметить, что АПР САПР может быть дополнен проектными документами, формируемыми инженером-разработчиком во внешних приложениях (Word, Excel, Acrobat и др.). Примерами таких документов могут служить: техническое задание, пояснительная записка, технические условия и т. д. Рассмотрим более подробно совокупность данных, подлежащих хранению в архиве проектных решений для схемотехнической САПР.

На платформе персональных компьютеров в настоящее время имеется достаточно много систем, обеспечивающих сквозное проектирование радиоэлектронной аппаратуры [1], [2]. Наибольшее распространение среди разработчиков радиоэлектронной аппаратуры