

МЕХАНИКА МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 531.57

Способ вычисления темперамента человека и робота

О. Г. Пенский, В. О. Михайлов

Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15
ogpensky@mail.ru
mr.wp@mail.ru; 8-902-641-90-65

Приводятся авторские определения эмоций робота и преобладающего типа темперамента. Вводится определение гармонической эмоции как частного случая эмоции робота. Приводится вывод формулы преобладающего типа темперамента, основанной на гармонической эмоции. Предлагаются диапазоны численных значений темпераментов, соответствующих преобладающим типам темперамента меланхолика, флегматика, сангвиника и холерика. Описываются алгоритмы расчета численных значений темперамента, основанные на обработке амплитуды звуковой волны, поступающей на аудиовход компьютера-робота через микрофон. Приводится краткое описание программы, позволяющей вычислять преобладающий тип темперамента человека. Даны результаты верификации математической модели темперамента, основанного на гармонической эмоции, натурными экспериментами с человеком. На основе проведенных экспериментов показана возможность применения математической модели темперамента робота для определения преобладающего типа темперамента человека.

Ключевые слова: *робот; эмоция; гармоническая эмоция; типы темперамента; математические модели темперамента.*

Введение

В настоящее время рынок робототехники растет быстрыми темпами. Так, согласно прогнозам, только в Японии в 2016 г. капиталовложения в роботостроение составят 10 млрд долларов [1]. На этом рынке значительную часть будут занимать роботы-гуманоиды с психологическими чертами, присущими человеку. Роботы являются программируемыми машинами, поэтому важно описать их "психологические" качества в ви-

де формул и придать этим качествам численные значения.

Подробно история развития человекоподобных роботов описана в монографии [2].

В работах [3, 4] приведен алгоритм эмоционального воспитания робота и соответствия эмоционального воспитания робота результатам его логического мышления.

Настоящая статья посвящена построению математической модели темперамента робота как одного из аналогов психологических качеств человека и определению численных характеристик меланхоликов, флегматиков, сангвиников и холериков.

Математическая модель темперамента робота

Будем предполагать, что робот аналогично человеку испытывает эмоции. В работе [5] дано математическое определение эмоции робота. Это определение приведено ниже.

Определение 1. Эмоцией робота называется функция $M(t)$, удовлетворяющая условиям:

1. Область определения $M(t) : t \in [t_0, T_0], 0 < t_0 < T_0 < \infty$, t – время.
2. $M(t)$ – дифференцируемая на (t_0, T_0) , непрерывная и однозначная функция на $[t_0, T_0]$.
3. $M(t_0) = 0$ и $M(T_0) = 0$.
4. В области определения существует единственная точка z , такая, что: $z \neq t_0, z \neq T_0$ и $\frac{dM(z)}{dt} = 0$.

Продолжительность эмоции робота назовем тактом. Пусть робот постоянно испытывает эмоции, и каждый такт имеет свой порядковый номер i .

Введем следующее определение.

Определение 2. Гармонической эмоцией называется функция

$$M_i(t) = A_i \sin\left(\frac{\pi}{t_i - t_{i-1}}(t - t_{i-1})\right), \quad (1)$$

где A_i – постоянная величина, присущая такту i ; t_{i-1} , t_i – время начала и конца такта i соответственно.

В дальнейшем постоянную A_i будем называть амплитудой гармонической эмоции.

Согласно определению 1, легко показать, что гармоническая эмоция является эмоцией робота.

На основе определения 1 эмоции робота в работе [2] дается определение темперамента робота.

Определение 3.

Темперамент робота удовлетворяет соотношению

$$L_{l,i} = \frac{1}{a_i} \max_t \left| \frac{dM_{l,i}(t)}{dt} \right|, \quad (2)$$

где

$$a_i = \max_{l,i} \left| \frac{dM_{l,i}(t)}{dt} \right|, \quad l \in [1, n];$$

n – количество роботов; l – порядковый номер робота; $M_{l,i}(t)$ – формула эмоции робота для такта i .

Легко видеть, что темперамент является безразмерной величиной, принадлежащей отрезку $[0, 1]$. Согласно формуле (2) можно сделать вывод, что чем больше величина $L_{l,i}$, тем темпераментнее робот l на такте i .

Нетрудно заметить, что темперамент отдельного робота определяется относительно рассматриваемой группы роботов.

Исходя из определений 1–3, легко получить соотношение, определяющее темперамент робота для гармонической эмоции:

$$L_{l,i} = \frac{\frac{|A_{l,i}|}{t_i - t_{i-1}}}{\max_{l=1,n} \frac{|A_{l,i}|}{t_i - t_{i-1}}}. \quad (3)$$

В работах [2, 5] дано определение элементарного воспитания робота $r_{l,i}$ на такте i :

$$r_{l,i} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} M_{l,i}(\xi) d\xi.$$

Очевидно, что элементарное воспитание робота l , основанное на гармонической эмоции, имеет вид

$$r_{l,i} = \frac{2}{\pi} A_{l,i} \tau_i, \quad (4)$$

где

$$\tau_i = t_i - t_{i-1} \text{ – продолжительность такта } i.$$

Рассмотрим задачу вычисления темперамента робота, когда его гармонические эмоции зависят от звукового сигнала, поступающего на аудиовход робота через микрофон.

Выдвинем гипотезу о том, что элементарное воспитание робота, определяемое соотношением (4), при гармонических эмоциях эквивалентно интегральной характеристике от амплитуды $S_{l,i}(t)$ звуковой волны, поступающей на аудиовход робота l для каждого такта i . В этом случае справедливо соотношение

$$r_{l,i} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} S_{l,i}(\xi) d\xi. \quad (5)$$

Приравнивая правые части соотношений (4) и (5) друг другу, получим равенство

$$\frac{2}{\pi} A_{l,i} \tau_i = \int_{t_{i-1}}^{t_i} S_{l,i}(t) dt,$$

из которого следует формула

$$A_{l,i} = \frac{2\pi}{\tau_i} \int_{t_{i-1}}^{t_i} S_{l,i}(t) dt. \quad (6)$$

При $i = 1$ с учетом соотношения (6), формула (3) примет вид:

$$L_{l,i} = \frac{\int_{t_{i-1}}^{t_i} S_{l,i}(t) dt}{\max_{l=1,n} \int_{t_{i-1}}^{t_i} S_{l,i}(t) dt}. \quad (7)$$

Программная реализация

Для вычисления значений темперамента робота при реализации модели темперамента для гармонической эмоции была разработана компьютерная программа для ОС Windows 7. Работа программы основывается на обработке голоса человека, поступающего на аудиовход персонального компьютера через микрофон.

Темперамент робота рассчитывается на основе единственного такта при $i = 1$ длительностью 5 с.

Для вычисления интегралов от амплитуды звуковой волны $S_{l,1}(t)$ в формуле (7) используется метод прямоугольников [6].

Применение этого метода обусловливается тем, что в персональном компьютере звуковая волна представляется в виде ступенчатой функции [7] с шагом дискретизации, равным характеристикам записывающего устройства.

Именно этот шаг выбирается в качестве шага h численного интегрирования при вычислении интегралов в формуле (7).

Согласно работе [6] погрешность замены амплитуды звуковой волны $S_{l,1}(t)$ при ее численном интегрировании равна $O(h)$.

Таким образом, приближенная расчетная формула для вычисления темперамента имеет вид:

$$L_{l,1} = \frac{h \sum_{j=1}^m S_{l,1}(x_j)}{\max_{l=1,n} h \sum_{j=1}^m S_{l,1}(x_j)} = \frac{\sum_{j=1}^m S_{l,1}(x_j)}{\max_{l=1,n} \sum_{j=1}^m S_{l,1}(x_j)}, \quad (8)$$

где

$$x_j = jh, \quad m = \frac{t_1 - t_0}{h}, \quad j = \bar{1}, \bar{m}.$$

Будем предполагать, что робот обладает четырьмя типами темперамента [8]: меланхолик, флегматик, сангвиник и холерик. В таблице приведены типы темпераментов робота и указаны предлагаемые диапазоны изменения величин $L_{l,1}$, соответствующие этим темпераментам (см. таблицу).

Темпераменты робота

Тип темперамента	Значение изменения $L_{l,1}$
Холерик	0,75–1,0
Сангвиник	0,5–0,75
Флегматик	0,25–0,5
Меланхолик	0,0–0,25

Верификация модели натурными экспериментами

Известно, что человек обладает так называемым преобладающим типом темперамента, которым можно охарактеризовать основные черты его эмоционального поведения [8].

Для определения соответствия предлагаемой математической модели темперамента робота преобладающему типу темпераменту человека были проведены эксперименты с использованием описанной выше программы.

В качестве эталона совокупности преобладающих типов темпераментов человека использовалась база данных голосов при различных эмоциях, аудиозаписи которых приведены на сайте [9].

Так как вычисляемое значение темперамента очень сильно зависит от амплитуды звуковой волны, поступающей на аудиовход персонального компьютера через микрофон, то перед проведением экспериментов определялось расстояние от рта до микрофона следующим образом: эксперт-психолог, который знает свой преобладающий тип темперамента, изменяет расстояние от своего рта и микрофона; при этом эксперт периодически повторяет нормальным голосом любую фразу в течение 5 сек.; расстояние от микрофона до рта человека считается пригодным для экспериментов, если вычисленный компьютером темперамент совпадает с реальным преобладающим типом темперамента эксперта. После определения необходимого расстояния до микрофона запускается на выполнение программа.

Для определения преобладающего типа темперамента исследуемый человек произносит любую фразу нормальным голосом также в течение 5 сек. Программа возвращает значение темперамента исследуемого, согласно которому определяется преобладающий темперамент человека (данные приведены в таблице).

В экспериментах приняли участие 68 человек. В качестве экспертов, определяющих соответствие преобладающего типа темперамента человека вычисленному с помощью программы темпераменту, привлекались преподаватели кафедры общей и клинической психологии Пермского государственного национального исследовательского университета.

На основе компьютерных экспериментов и экспертных оценок специалистов, исследования показали, что 84 % вычисленного темперамента соответствует преобладающему типу темперамента исследуемых людей.

Это говорит об адекватности математической модели темперамента робота и правильности выбора диапазонов изменения величин $L_{i,1}$, соответствующих каждому из преобладающих типов темперамента человека.

Заключение

Таким образом, в статье показана возможность использования гармонической эмоции для определения преобладающего типа темперамента человека, предложен способ определения темперамента робота и преобладающего типа темперамента человека с помощью амплитуд звуковой волны голоса человека, передаваемого в компьютер через микрофон.

Хорошее соответствие результатов экспериментов и математической модели темперамента подтвердило возможность применения математической модели и предложенных интервалов значений вычисленных темпераментов для описания темперамента робота и преобладающего типа темперамента человека.

Список литературы

1. URL: <http://www.videolandia.ru/?act=show&id=3535&rasd=video> (дата обращения: 25.02.2014).
2. Пенский О.Г., Черников К.В. Основы математической теории эмоциональных роботов: монография. Пермь: Перм. гос. ун-т. 2010. 256 с.
3. Пенский О.Г., Черников К.В. Математические модели психологических установок роботов // Искусственный интеллект и принятие решений. М.: Институт системного анализа РАН. 2013. № 2. С. 63–67.
4. Pensky O., Sharapov Y., Chernikov K. Mathematical Models of Emotional Robots with a Non-Absolute Memory // Intelligent Control and Automation–Springer. Vol. 4, № 2. May 2013. P. 115–121.
5. Черников К.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Пермь: ПНИПУ, 2013.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука. 1978. 512 с.
7. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. М.: Связь, 1979. 416 с.
8. Ильин Е.П. Психология индивидуальных различий. С-Пб: Питер. 2004. 701 с.
9. Berlin Database of Emotional Speech. URL: <http://pascal.kgw.tu-berlin.de/emodb/index-1280.html> (дата обращения: 19.02.2014).

Method of calculation of temperaments of man and robots

O. G. Pensky, V. O. Mikhaylov

Perm State University, Russia, 614990, Perm, Bukireva St., 15

ogpensky@mail.ru;

mr.wp@mail.ru; 8-902-641-90-65

The paper presents author's definitions of robot's emotions and prevailing type of temperament. The definition of harmonic emotion as a special case of robot's emotion is introduced. The derivation of formula of the predominating type of temperament based on the harmonic emotion is given. We present ranges of numerical values of temperaments corresponding to predominating types of melancholic, phlegmatic, sanguine and choleric temperament. The paper describes algorithms of calculation of temperament numerical values based on processing of the amplitude of a sound wave arriving at an audio input of the computer robot through a microphone. A brief description of the program for calculation of the prevailing type of human temperament is provided. The paper presents the results of verification of the mathematical model of harmonic-based temperament by natural experiments with humans. The performed experiments demonstrate the possibility of application of the mathematical model of robot's temperament for determining the predominating type of human temperament.

Key words: *robot; emotion; harmonic emotion; types of temperament; mathematical models of temperament.*