

УДК 681.518

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСАХ

Ткач В. А., старший преподаватель кафедры основ конструирования Херсонского национального технического университета;

Каштальян П. В., аспирант кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии;

Рожков С. А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии

Система управления в интеллектуальных интерфейсах рассматривается как управляемая динамическая система, оптимальное управление которой достигается путем минимизации времени переходного процесса. Управление в системе определяется чувствительностью функции цели по траектории анализа изображения.

Ключевые слова: интерфейс, генерация эталона, распознавание, оптимальное управление.

Введение. Для эффективного управления сложными технологическими комплексами необходимо разрабатывать новые модели и методы повышения эффективности отображения информации в интеллектуальных системах, таких, как технология анализа информации (изображения), разработка критериев оценивания информативности изображений и расстояния между образами при идентификации изображения. Применение известных систем преобразований обеспечивает получение полезной информации о свойствах изображаемых объектов и позволяет решать задачи распознавания образов, обработки информации и анализа данных связаны с визуальной информацией [3, 110].

Процесс обработки информации в современных системах управления может определяться, как процесс получения требуемых данных. При этом интерфейсы современных SCADA-систем (SCADA (от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных; программный пакет, предназначенный для разработки и/или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления) позволяют оператору автоматизированного рабочего места (АРМ) осуществлять управляющие действия для обслуживаемой им системы за достаточно короткий интервал времени.

Актуальность исследований. Информационная нагрузка на оператора распределяется неравномерно, большую часть информации оператор получает визуально, при этом для эффективного управления может использоваться большое количество различных алгоритмов управления.

Целью исследования является анализ и разработка системы управления генерацией.

Результаты исследований. В задаче создания интеллектуального интерфейса важно определить понятие информативности изображения, которое в данном случае связано с понятием полезности. Под информативностью изображений, по Шеннону [6, 10], следует понимать снятую неопределенность наших знаний о графическом объекте, сцене. Предполагаемая сцена-замысел, задуманная оператором, т.е. сцена, которую предстоит синтезировать, должна пройти несколько промежуточных этапов перед тем, как достигнуть стадии изображения, а затем снова превратиться в сцену, но уже в сознании наблюдателя.

В зависимости от методов создания, множество изображений можно классифицировать по типам базовых элементов, из которых они состоят: точки, линии,

многоугольники и т.д. При построении изображения оператор располагает элементарными объектами (параллелепипеды, цилиндры, конусы и т. д.), которые он комбинирует для описания требуемого объекта. Элементарные объекты могут примыкать один к другому или проникать друг в друга, а можно использовать также их «негативы» для получения отверстий разной формы.

Если в задаче оптимизации целевая функция и левые части ограничений определены не на всем n -мерном линейном арифметическом пространстве, непосредственное использование приемов решения общей задачи нелинейного программирования в данном случае невозможно.

Алгоритм построения изображения можно формировать как гипотезу об узнавании, основываясь на анализе устройства объекта, и формируем его на основе логического и текстуального описания объекта. При этом минимальное описание дает четкую узнаваемость объекта. Рассматривая описание сложного объекта как совокупность более простых геометрических объектов, то геометрическое согласование объектов в процедуре распознавания позволяет использовать задачу геометрического программирования.

В задаче оптимизации процедуры распознавания [11]:

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{x}^* \rightarrow \min f(\mathbf{x}) \\ y = const \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

с функцией цели в виде полинома и неотрицательными весовыми коэффициентами:

$$\left. \begin{aligned} f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^m C_i \prod_{j=1}^n x_j^{a_{ij}} \\ C_j \geq 0 \quad j = 1..n \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

условие оптимальности имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} = \mathbf{0} \\ f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^m C_i \prod_{j=1}^n x_j^{a_{ij}} \\ C_j \geq 0 \quad j = 1..n \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Если в оптимуме сумма весов равна 1, можем записать систему из $n+1$ уравнения для m переменных:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m W_i = 1 \\ \sum_{i=1}^m a_{i1} W_i = 0 \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^m a_{in} W_i = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Данная система уравнений позволяет найти только связь между весами. Оценивая сложность фрагмента изображения по количеству вершин скелетного графа k_i изображения и по связанным с вершиной количеством точек s_i и учитывая взаимные связи между точками связанными с различными вершинами получаем вид функции цели. Таким образом, находим минимально сложное изображение при заданных информативностях фрагментов:

$$\left. \begin{aligned} f(\mathbf{s}) &= \sum_{i=1}^m I_i \prod_{j=1}^n s_j^{k_{ij}} \\ I_j &\geq 0 \quad j = \overline{1..n} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где k_i – вершины скелетного графа, s_i количеством точек связанных с вершинами.

Тогда:

$$\prod_{j=1}^n s_j^{k_{ij}} = P_i, \quad (6)$$

$$W_i = \frac{I_i P_i(\mathbf{x}^*)}{f^*} \quad j = \overline{1..m}, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m \frac{I_i P_i(\mathbf{x}^*)}{f^*} = \sum_{i=1}^m W_i = 1.$$

Необходимые условия оптимума можно показать в виде:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m W_i &= 1 \\ \sum_{i=1}^m k_{i1} W_i &= 0 \\ &\vdots \\ \sum_{i=1}^m k_{in} W_i &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$f^* = \min f(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^m \left(\frac{I_i}{W_i} \right)^{W_i}.$$

Вместо задачи поиска точки оптимума здесь важнее найти распределение весов фрагментов кадра изображения (интерфейса):

$$W_1, \dots, W_m, \quad i = \overline{1..m}, \quad (9)$$

что позволяет распределить ресурс управления системы при генерации кадра изображения (интерфейса).

Таким образом, при построении кадра изображения интерфейса как совокупности графических объектов при использовании методов геометрического программирования, возможно достаточно легко оценить информативность кадра.

Задача максимальной информативности кадра при использовании позиномиальных оценок информативности фрагментов или соответствующих рисков решается как оптимальное распределение весов, что позволяет построить алгоритм синтеза изображений для кадра интерфейса.

В случае, когда взаимные деформации элементов сцены в трехмерном пространстве не допускаются, сцену можно рассматривать как твердое тело [3, 12], при этом движениям плоскости соответствует евклидова подгруппа, которая содержит только преобразования сдвига и поворота:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \mathbf{R} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \mathbf{t}, \quad (10)$$

где $\mathbf{R} = \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}$ – матрица поворота на угол ϕ и $\mathbf{t} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix}$ – вектор сдвига.

При замене матрицы вращения на общую невырожденную матрицу \mathbf{A} получаем:

$$\begin{aligned} x' &= ax + by + c, \\ y' &= dx + ey + f. \end{aligned}$$

В матричном виде:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{Ax} + \mathbf{c}, \quad \mathbf{x}' = \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} a & b \\ d & e \end{pmatrix}, \quad \mathbf{c} = \begin{pmatrix} c \\ f \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Вычислить параметры обратного преобразования $\begin{matrix} x = Ax' + By' + C, \\ y = Dx' + Ey' + F \end{matrix}$ можно, решив систему (1):

$$\begin{aligned} A &= \frac{e}{\det \mathbf{A}}, \quad B = \frac{-b}{\det \mathbf{A}}, \quad C = \frac{(bf - ec)}{\det \mathbf{A}}, \\ D &= \frac{-d}{\det \mathbf{A}}, \quad E = \frac{a}{\det \mathbf{A}}, \quad F = \frac{(cd - af)}{\det \mathbf{A}}. \end{aligned} \quad (12)$$

В случае, когда при получении алфавита образов V для набора типовых сцен S функционалом цели является время на принятие решения, задача сводится к определению оптимума времени T_{np} , т.е. на поиск условий, при которых время на принятие решения будет минимальным:

$$T_{np} \rightarrow \min,$$

$$\begin{aligned} s_{ij} &\in S, \quad i = 1, \dots, I; \quad j = 1, \dots, J, \\ v_{kl} &\in V, \quad k = 1, \dots, K; \quad l = 1, \dots, L, \end{aligned}$$

где s_{ij} – типовая сцена, v_{kl} – элементы изображения, n – множество типовых сцен.

При предъявлении изображения возможны его искажения (рис. 1).

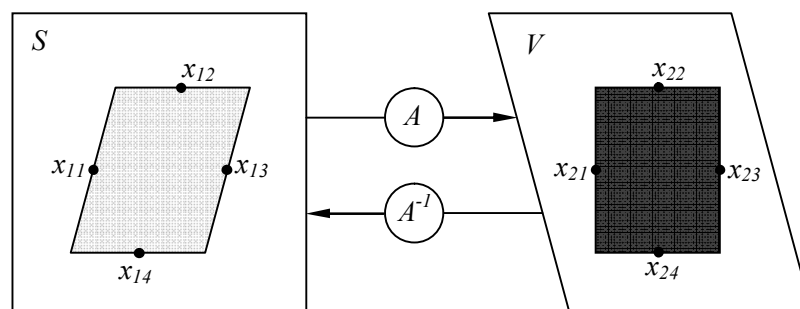


Рисунок 1 – Предполагаемая аффинность искажения

Каждой точке x_{ij} пространства можно поставить в соответствие точку $f(x_{ij})$, имеющую те же координаты относительно «новой» системы координат, что и x_{ij} в исходной, поэтому можно предполагать аффинность этих искажений [3, 7, 10].

В этом случае для плоских изображений существование обратной матрицы A^{-1} , которая обеспечивает устранение возмущений и определяет близость элементов s_{ij} и v_{kl} . Если изображение плоское, то необходимо решение системы четырех уравнений:

$$\bar{x}_1 = A^{-1} \bar{x}_1^* \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} \tilde{x}_{11} &= a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} \\ \tilde{x}_{12} &= a_{12}x_{11} + a_{22}x_{12} \\ \tilde{x}_{21} &= a_{11}x_{21} + a_{12}x_{22} \\ \tilde{x}_{22} &= a_{21}x_{21} + a_{22}x_{22} \end{aligned} \right\},$$

что в решении дает:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = A^{-1}.$$

Все изображение при этом может быть откорректировано матрицей A^{-1} . В случае, когда возникает ошибка между анализируемым изображением и преобразованным сигналом:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{x} - A^{-1}\tilde{x}, \quad (14)$$

где ε – мера близости изображений.

Следовательно, можно выбрать среднеквадратическое расстояние:

$$|\bar{\varepsilon}|^2 = D.$$

Тогда задача о максимальном быстродействии может быть представлена как $A^{-1*} \rightarrow \min T$, т.е. при заданных ограничениях достаточно решение системы (13) для всего изображения.

В случае, когда каждый отдельно рассматриваемый кадр изображения имеет различные элементы, требующие принятия частных решений, то целесообразно рассматривать задачу минимизации рисков при принятии частных решений.

Задача определения среднего минимального риска может быть представлена как:

$$\bar{C} \rightarrow \min,$$

$$A = A^{-1*}.$$

Если изображение имеет n – фрагментов, где каждому n_i соответствует вероятность P_i и штраф C_i , причем последовательность анализа новой, неизвестной сцены базируется на движении к фрагментам с максимальной дисперсией или отклонением (15) [1, 9], а в известной сцене – к фрагментам с минимальным штрафом (16), то:

$$\nabla \sigma^2 \rightarrow 0 \quad (15)$$

$$\nabla \bar{C} \rightarrow 0 \quad (16)$$

Если источник изображения формирует (генерирует) образы \bar{I}_0 с определенными вероятностями, то приемник изображения выдвигает гипотезы \bar{I}_n из заданного алфавита с соответствующими вероятностями. Степень достоверности гипотезы \bar{I}_n определяется расстоянием между образом, реализованным источником и гипотезой приемника [4, 5, 7]. Задачи оптимального управления могут быть связаны моделями систем, показанных на рис. 2, 3.

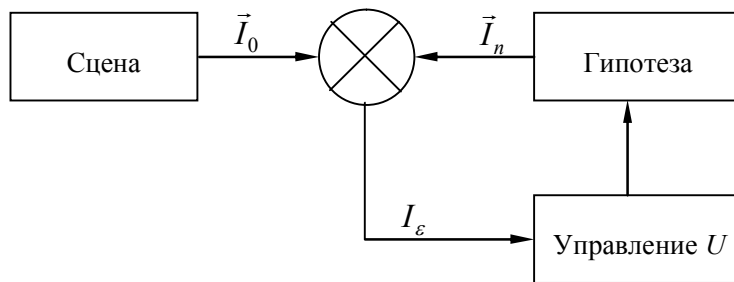


Рисунок 2 – Модель оптимальной системы компенсации

В этом случае качество исходного изображения определяется скоростью сходимости управления u и формированием (генерированием) гипотезы [11].

При этом следует учитывать, что:

1. Отклонение изображений и модели должно оцениваться по критерию – сильному оптимуму, что позволит получить лучшее решение:

$$I = \max |X - \tilde{X}|;$$

2. Предполагаем определение области размещения фрагмента – по дисперсии или (и) логически.

3. Проверка близости изображения и гипотеза выполняется при существовании аффинного преобразования [1, 10, 11].

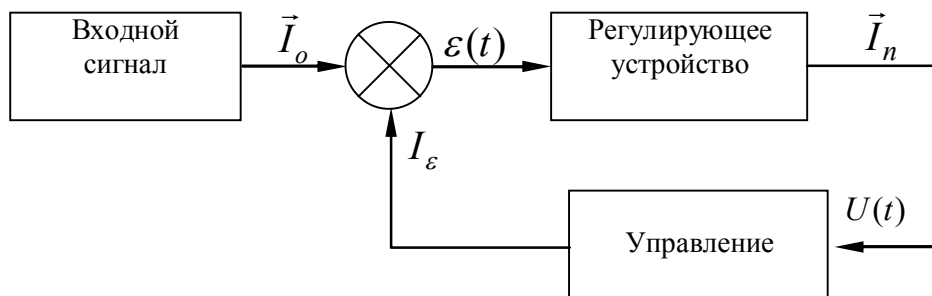


Рисунок 3 – Модель системы взаимодействия с обратной связью

Изображение представляется в виде матрицы, сравнивается с требуемым значением a_{ij} и выявляющиеся при этом отклонения ϵ преобразуется в управляющее воздействие $U(t)$, которое формируется как функция отклонения ϵ , и влияя на объект, стремится уменьшить или устранить это отклонение.

При получении изображения – информации, его анализ (восприятие) выполняется фрагментарно, т.е. для сложных изображений в начальный момент времени информации, поступающей на монитор, больше, чем может воспринимать оператор $I_s > I_e$, где I_s – количество информации, которое возможно воспринять в начальный момент времени, I_e – количество информации воспринимаемое в единицу времени.

Предполагая, что ошибка восприятия информации экспоненциально убывает по времени восстановления изображения:

$$\epsilon(t) = \vec{\epsilon}_0 e^{-at},$$

что ведет к линейной связи:

$$\frac{d\vec{\epsilon}}{dt} = A_\epsilon \vec{\epsilon} + B_\epsilon \vec{u}.$$

Таким образом, получаем динамическую модель управления:

$$\dot{\bar{x}} = A\bar{x} + B\bar{u},$$

в которой время принятия решения должно быть минимальным $T \rightarrow \min$, а управление и состояние системы в произвольный момент времени $\bar{u}^*, \bar{x}^* \rightarrow \min T$. И следовательно, $\bar{x}(t_0) = \bar{x}_0$.

Рассматривая эту модель, как управляемую динамическую систему, возможно определить оптимальное управление в смысле минимизации времени переходного процесса. В данном случае целевой функционал можно записать как:

$$J(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) = T = \int_0^T dt. \quad (17)$$

Используя принцип максимума Понтрягина [6], управляемость системы и вид функционала цели гарантирует применимость принципа максимума. Функция Гамильтона в данном случае имеет вид:

$$H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \boldsymbol{\lambda}, t) = \lambda_0 + \langle \boldsymbol{\lambda}, (A\mathbf{x} + B\mathbf{u}) \rangle,$$

при этом условие стационарности по управлению не могут быть выполнены в виду линейности функции Гамильтона по управлению:

$$\frac{\partial H}{\partial \mathbf{u}} = B\boldsymbol{\lambda} \neq \mathbf{0}.$$

Если ввести ограничение на управление $a_i \leq u \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m$, и учитывая, что в задаче линейного программирования оптимум лежит на границе, можем найти последовательность управлений U_j , каждый из элементов которой принадлежит границам управления и обеспечивает условие стационарности.

Аналогично удовлетворяется собственно принцип максимума:

$$\mathbf{u}^* \rightarrow \max H(\mathbf{x}^*, \mathbf{u}, \boldsymbol{\lambda}^*, t) = \max \{ \lambda_0 + \langle \boldsymbol{\lambda}, (A\mathbf{x} + B\mathbf{u}) \rangle \} = 0, \quad (18)$$

как линейная задача на множестве граничных управлений U_j .

Таким образом, для получения оптимального быстрогодействия необходимо задействовать весь ресурс управления. В этом случае следует учитывать, что управление будет иметь $n+1$ интервал знакопостоянства, или в нашем случае – интервал концентрации внимания. С другой стороны, необходимо выполнение условия стационарности по управлению:

$$\frac{\partial H}{\partial \mathbf{u}} = \vec{\mathbf{0}}.$$

Введя в функционал цели затраты на управление, и учитывая его неотрицательность, получим:

$$J = T + \int_0^T u^2 dt. \quad (19)$$

Тогда функция Гамильтона приобретает вид:

$$H = \lambda_0 + u^2 + \langle \boldsymbol{\lambda}, (A\mathbf{x} + B\mathbf{u}) \rangle. \quad (20)$$

В свою очередь, условие стационарности:

$$\frac{\partial H}{\partial \mathbf{u}} = 2\bar{\mathbf{u}} + \langle \lambda^T B \rangle = \bar{\mathbf{0}}, \quad (21)$$

где X – траектория движения. Так как $\lambda = \frac{\partial J}{\partial X}$, то $\mathbf{u}^* = B\bar{\lambda}$.

Таким образом, получаем управление, определяемое чувствительностью функции цели по траектории анализа изображения.

Выводы. Задача восприятия изображения может быть рассмотрена как задача оптимального управления с функционалом цели, зависящим от времени и затрат управления на анализ изображения.

При представлении изображения для анализа, коррекцию возмущений целесообразно выполнить в виде аффинного преобразования, что позволяет значительно сократить объем вычислений.

При анализе системы управления необходимо учитывать изменения полосы частот, которые занимает анализируемое изображение и сжатое изображение, что позволяет распределить время генерации фрагментов изображения.

Восприятие оператора может быть аппроксимировано линейным приближением с порядком матрицы объекта, равным количеству фрагментов изображения.

Управление в данной задаче подчиняется правилу о n -интервалах и зависит от распределения чувствительности функции цели к траектории анализа изображения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бражник Д. А. Информационная модель инвариантной системы распознавания / Д. А. Бражник, Ф. Б. Рогальский, В. А. Ткач // Проблемы информационных технологий. – 2009. – №1 (005). – С. 31–37.
2. Ватолин Д. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М. : Диалог-МИФИ, 2003. – 384 с.
3. Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебное пособие / И. С. Грузман, В. С. Киричук, В. П. Косых, Г. И. Перетягин и др. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.
4. Гренандер У. Лекции по теории образов / У. Гренандер: в 3-х т. – Т. 1. Синтез образов; под ред. Журавлева, пер.с англ. И. Гуревича, Т. Дадашева. – М. : Мир, 1979. – 384 с.
5. Гренандер У. Лекции по теории образов / У. Гренандер: в 3-х т. – Т. 2. Анализ образов; под ред. Журавлева, пер.с англ. И. Гуревича. – М. : Мир, 1981. – 448 с.
6. Красовский А. А. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. Красовского А. А. – М. : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 712 с.
7. Мартинес Ф. Синтез изображений. Принципы, аппаратное и программное обеспечение / Ф. Мартинес – М. : Радио и связь, 1990. – 192 с.
8. Местецкий Л. М. Скелет многосвязной многоугольной фигуры / Л. М. Местецкий. – Новосибирск : ИВМиМГ СО РАН, 2005. – С. 114–121.
9. Порев В. Н. Компьютерная графика / В. Н. Порев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.
10. Потапов А. С. Распознавание образов и машинное восприятие: общий подход на основе принципа минимальной длины описания. – С-Пб. : Политехника. 2007. – 548 с.
11. Ткач В. А. Особенности построения систем управления в интеллектуальных интерфейсах / В. А. Ткач, С. А. Рожков // Проблемы информационных технологий. – 2012. – № 1 (011). – С. 157–160.
12. Ткач В. А. Использование информационных технологий при создании интеллектуальных интерфейсов / В. А. Ткач, П. В. Каштальян, С. А. Рожков // Вестник ХНТУ. – № 3 (54). – 2015. – С. 299–302.

13. Kumar R., Chen W.-Ch., Rockett P. Bayesian labelling of image corner features using a grey-level corner model with a bootstrapped modular neural network // Proc. 5th Int. Conf. on Artificial Neural Networks. 1997. V. 440. P. 82–87.

REFERENCES

1. Brazhnik D. A. (2009) *Informacionnaya modelj invariantnoj sistemih raspoznavaniya* / D. A. Brazhnik, F. B. Rogaljskiyj, V. A. Tkach // *Problemih informacionnihk tehnologijj*. 1 (005). S. 31–37.
2. Vatolin D. (2003) *Metodih szhatiya dannihk. Ustroyjstvo arkhivatorov, szhatie izobrazhenijj i video* D. Vatolin, A. Ratushnyak, M. Smirnov, V. Yukin. M. : Dialog-MIFI.
3. Gruzman I. S. (2002) *Cifrovaya obrabotka izobrazhenijj v informacionnihk sistemakh: uchebnoe posobie* / I. S. Gruzman, V. S. Kirichuk, V. P. Kosihk, G. I. Peretyagin i dr. – Novosibirsk : Izd-vo NGTU.
4. Grenander U. (1979) *Lekcii po teorii obrazov* / U. Grenander: v 3-kh t. – T. 1. Sintez obrazov; pod red. Zhuravleva, per.s angl. I. Gurevicha, T. Dadasheva. – M. : Mir.
5. Grenander U. (1981) *Lekcii po teorii obrazov* / U. Grenander: v 3-kh t. – T. 2. Analiz obrazov; pod red. Zhuravleva, per.s angl. I. Gurevicha. –M. : Mir.
6. Krasovskijj A. A. (1987). *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya* / Pod. red. Krasovskogo A. A. M. : Gl. red. fiz.-mat. lit.
7. Martines F. (1990) *Sintez izobrazhenijj. Principih, apparatnoe i programmnoe obespechenie* M. : Radio i svyazj.
8. Mesteckijj L. M. (2005) *Skelet mnogosvyaznoj mnogougolnoj figurih* Novosibirsk : IVMiMG SO RAN, 114–121.
9. Porev V. N. (2002) *Kompjyuternaya grafika* SPb. : BKhV-Peterburg.
10. Potapov A. S. (2007) *Raspoznavanie obrazov i mashinnoe vospriyatie: obthijj podkhod na osnove principa minimalnoj dlinih opisaniya*. S-Pb. : Politehnika.
11. Tkach V. A. (2012) *Osobennosti postroeniya sistem upravleniya v intellektualnihk interfejjsakh* / V. A. Tkach, S. A. Rozhkov *Problemih informacionnihk tehnologijj*. 1 (011). 157–160.
12. Tkach V. A. (2015) *Ispoljzovanie informacionnihk tehnologijj pri sozdanii intellektualnihk interfejjsov* / V. A. Tkach, P. V. Kashtaljan, S. A. Rozhkov *Vestnik KhNTU*. – № 3 (54). 299–302.
13. Kumar R., Chen W.-Ch., Rockett P. (1997) Bayesian labelling of image corner features using a grey-level corner model with a bootstrapped modular neural network *Proc. 5th Int. Conf. on Artificial Neural Networks*. V. 440. 82–87.

Ткач В. О., Каштальян П. В., Рожков С. О. СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ В СУЧАСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

Система керування в інтелектуальних інтерфейсах розглядається як керована динамічна система, оптимальне керування якої досягається шляхом мінімізації часу перехідного процесу. Керування в системі визначається чутливістю функції мети по траєкторії аналізу зображення.

Ключові слова: інтерфейс, генерація еталона, розпознавание, оптимальне управління.

Tkach V. A., Kashtalyan P. V., Rozhkov S. A. SYSTEMS OF MONITORING AND CONTROL IN MODERN INTELLECTUAL INTERFACES

The control system of intelligent interfaces is considered as controlled dynamical systems, optimal control is achieved by minimizing the time of transition. Control the system is determined by the sensitivity of the objective function along the path of image analysis.

© Ткач В. О., Каштальян П. В., Рожков С. О.

Статтю прийнято
до редакції 04.05.16