

так як при її застосуванні у запропонованому методі досягається така ж вірогідність виявлення, як і у методі Віоли-Джонса, при зменшенні кількості хибних виявлень і зменшенні часу на обробку зображення.

Дослідження сегментації та виявлення облич проводиться з використанням середовища Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition та бібліотеки Intel Open Computer Vision Library при використанні комп'ютера AMD 3000+ з частотою процесора 1,81 ГГц.

Висновки

Запропоновано модель кольору шкіри для сегментації зображення на пікселі «шкіри» та «не шкіри», а також метод виявлення облич, який базується на методі Віоли-Джонса та використовує етап сегментації за кольором шкіри для пришвидшення виявлення. Експериментальні дослідження на тестовому наборі з бази зображень Fddb підтверджують ефективність запропонованого методу виявлення облич та моделі кольору шкіри за критеріями вірогідності виявлення, кількості хибних виявлень та швидкості виявлення.

Література

1. Маслій Р.В. Метод виявлення облич на кольоровому зображенні [Електронний ресурс] / Р.В. Маслій, А.Я. Кулик, С.С. Білошкурський // Наукові праці ВНТУ. – 2011. – № 2. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2011_2/2011-2.files/uk/11rvmoc1_ua.pdf.
2. Kakumanu P.A Survey of Skin-color Modeling and Detection Methods / P. Kakumanu, S. Makrogiannis, N. Bourbakis // Pattern Recognition. – 2007. – № 40. – С. 1106–1122.
3. Маслій Р.В. Сегментація кольорових зображень в задачах виявлення облич / Р.В. Маслій, А.С. Васаженко // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011)». Матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця. – 2011. – С. 19–20.
4. Peer J. Human Skin Colour Clustering for Face Detection / Peer J., Kovac J., Solina F. // In Proc. EUROCON Conference on Computer as a tool. – Ljubljana. – 2003. – P. 144–148
5. Палій І.О. Метод і засіб виявлення обличчя для ефективної обробки кольорових зображень / І.О. Палій // Штучний інтелект. – 2008. – Т. 4. – С. 402–411.
6. Kong W. Multi-face Detection Based on Downsampling and Modified Subtractive Clustering for Color Images / Kong Wan-zeng and Zhu Shan-an. // Journal of Zhejiang University, SCIENCE A. – 2007. – № 8. – P. 72–78.
7. Garcia C. Face Detection in Color Images Using Wavelet Packet / C. Garcia, G. Zikos, G. Tziritis. // Analysis. In Proc. International Conference on Multimedia Computing and Systems. – Florence – 1999. – Vol. 1. – P. 703–708.
8. Viola P. Robust Real-Time Face Detection / Paul Viola, Michael Jones // International Journal of Computer Vision. – 2004. – Vol. 57, № 2. – P. 137–154.
9. Jain V. Fddb: A Benchmark for Face Detection in Unconstrained Setting [Електронний ресурс] / Vidit Jain, Erik Learned-Miller // Technical Report UM-CS-2010-009, Dept. of Computer Science, University of Massachusetts. – Amherst. – 2010. – Режим доступу : <http://vis-www.cs.umass.edu/fddb/fddb.pdf>.

Надійшла 5.8.2011 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Кулик А.Я.

УДК 681.327.12.001.33

Н.С. СВИРНЕВСКИЙ

Хмельницький національний університет

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ 3D-ОБЪЕКТА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ

Рассмотрена проблематика восстановления параметров пространственного объекта по изображению. Поставлена и алгоритмически реализована задача определения по фото объектов, которые отслеживаются рупорной антенной.

We consider the problems of reconstruction of the parameters of a spatial object in the image. Formulated and implemented algorithmic problem of determining the photo, some of the objects being tracked horn antenna

Ключевые слова: распознавание, изображение, матрица, преобразование, координаты.

Анализ исследований и публикаций

С развитием информационных технологий все более актуальной становится проблематика распознавания объектов по их изображениям [1, 2]. В том числе рассматривается задача восстановления пространственного объекта по двум и более изображениям, например, чтения чертежа [3]. Эффективное решение этих задач обеспечивается с помощью известных математических методов. В справочной литературе по компьютерной графике [4] описывается математический аппарат аффинных преобразований. В работе [5] излагается графический способ определения матрицы преобразований для аксонометрической проекции.

Формулирование целей

В данной статье на примере конкретной задачи демонстрируется возможность восстановления

объекта по одному изображению, если известны искажения отдельных элементов объекта. Задача решается на основе математического аппарата аффинных преобразований [4] и графического способа определения матрицы преобразований для аксонометрической проекции [5].

Изложение основного материала

Ставится конкретное задание – разработать программную систему, которая определяет, какой из объектов отслеживается пирамидальной рупорной антенной (рис.1). Объекты моделируются точками. Область сканирования моделируется пирамидой. Положение антенны распознается по фотографии (рис.2). Известны форма антенны и ее месторасположение, а также расположение множества объектов, которые могут отслеживаться.

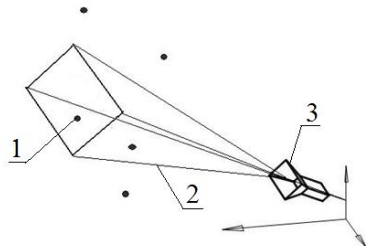


Рис. 1. Сканирование объекта антенной
1 – объект, 2 – область сканирования, 3 – антенна.

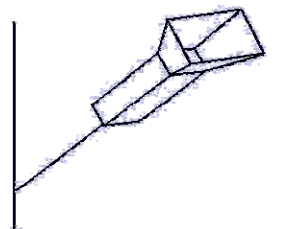


Рис. 2. Фото антенны

В данной задаче необходимо:

- восстановить положение антенны в пространстве;
- определить, какие из заданных объектов, находятся в области сканирования.

Предполагается, что объекты возможного сканирования (точки) перемещаются. Положение антенны, которая отслеживает один объект из множества возможных целей, фиксируются фотоснимками (рис. 3).

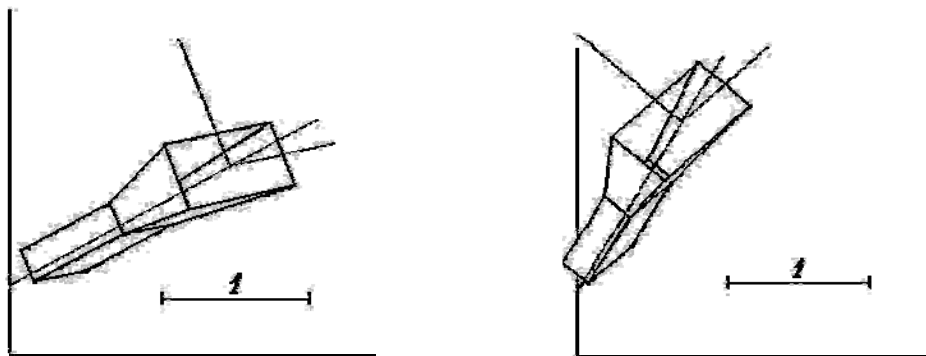


Рис. 3. Фотографии антенны в различные моменты времени

Расположение всех целей во время фотосъемки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Координаты точек в глобальной системе координат XYZ

Фото№	Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4			Точка 5		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3044	4920	9200	2731	3594	2140	5120	3252	2715	4835	2736	5760	6440	5070	4480
2	3750	2520	4304	4869	2310	7512	3665	6215	5525	1480	2506	4070	3277	4820	5885

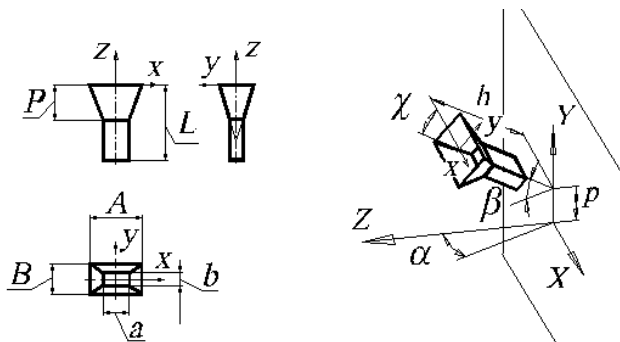


Рис. 3. Форма и текущее положение антенны

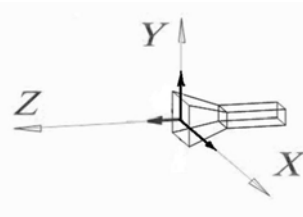


Рис. 4. Начальное положение антенны

Для решения данной задачи используем 2 системы координат – локальную xuz и глобальную XYZ (рис.3). В локальной системе координат определяется форма антенны. Глобальная система координат

определяет текущее положение антенны и точек (объектов сканирования) в пространстве. Плоскость XU глобальной системы координат совпадает с картинной плоскостью. Фотокамера направлена перпендикулярно плоскости экрана (рассматривается ортогональное проектирование).

Совместим начальное положение антенны с глобальной системой координат так, чтобы одноименные оси совпадали (рис. 4) и перейдем последовательно меняя положение антенны к конечному положению антенны (см. рис.3):

1. смещение антенны вдоль оси Z на расстояние h ;
2. поворот вокруг оси Z на угол χ ;
3. поворот вокруг оси X на угол β ;
4. поворот вокруг оси Y угол α ;
5. сдвиг вдоль оси Y на величину p .

Для пересчета положения используем математический аппарат аффинных преобразований [4]. Переход из одной координатной системы к другой описывается в общем случае следующим образом:

$$X = \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 z + \lambda$$

$$Y = \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 z + \mu$$

$$Z = \gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z + \nu$$

В матричном виде уравнения запишутся:

$$\begin{pmatrix} X & Y & Z & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y & z & 1 \end{pmatrix} A,$$

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 & 0 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 & 0 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 & 0 \\ \lambda & \mu & \nu & 1 \end{pmatrix}$$

Матрицу преобразования антенны от ее начального положения до ортогональной проекции антенны на картинную плоскость можно представить, как результирующую матрицу произведения матриц базовых аффинных преобразований пространства (табл.2):

$$T_p = T_1 T_2 T_3 T_4 T_0$$

Таблица 2

Матрицы аффинных преобразований антенны

Сдвиг на вдоль оси Z	Поворот вокруг оси Z	Поворот вокруг оси X
$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & h & 1 \end{pmatrix}$	$T_2 = \begin{pmatrix} \cos \chi & \sin \chi & 0 & 0 \\ -\sin \chi & \cos \chi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$T_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta & 0 \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
Поворот вокруг оси Y	Сдвиг вдоль оси Y	Проекция в направлении оси Z
$T_4 = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$T_5 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & p & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$T_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

В результате последовательного перемножения матриц получаем результирующую матрицу:

$$T_p = \begin{pmatrix} \cos \chi \cos \alpha + \sin \chi \sin \beta \sin \alpha & \sin \chi \cos \beta & 0 & 0 \\ -\sin \chi \cos \alpha + \cos \alpha \sin \beta \sin \alpha & \cos \chi \cos \beta & 0 & 0 \\ \cos \beta \sin \alpha & -\sin \beta & 0 & 0 \\ h \cos \beta \sin \alpha & -h \sin \beta + p & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Для параллельной проекции, когда на чертеже известны направления осей координат и масштабы по ним, элементы матрицы преобразования можно задать [5] непосредственно по изображению (рис. 5).

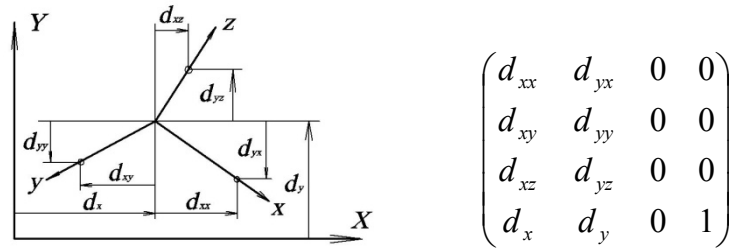


Рис. 5. Графическое определение матрицы параллельной проекции

Для определения параметров положения антенны необходимо составить и решить систему уравнений, приравняв символичные выражения, полученные в результате перемножения матриц (1), соответствующим коэффициентам матрицы параллельной проекции, задаваемой графически (см. рис.5). Коэффициенты матрицы определяются по 4 точкам, которые могут указываться непосредственно на фото (см. рис.3) с последующей программной обработкой вводимых данных. Обычно берут начало координат и единичные точки по осям, что дает возможность составить 8 уравнений. Искажения единичных отрезков на осях определяется по отношению их проекций на фото к величине реального единичного отрезка (см. рис.3).

Количество уравнений должно соответствовать количеству определяемых параметров. В данной задаче рассматривается частный случай аффинного преобразования – ортогональное проецирование, для которого используются 5 параметров. Выбираем из 8 возможных уравнений 5 уравнений, которые позволяют наиболее просто решить систему относительно искомым параметрам:

$$\begin{cases} h \cos \beta \sin \alpha = d_x \\ \sin \chi \cos \beta = d_{yx} \\ \cos \chi \cos \beta = d_{yy} \\ -\sin \beta = d_{yz} \\ -h \sin \beta + p = d_y \end{cases}$$

Чтобы определить, какие из заданных сканируемых объектов (точек) находятся в области сканирования антенны, необходимо выразить (пересчитать) координаты точек из глобальной системы координат XYZ (см. табл. 2) в локальную систему координат xyz, связанную с антенной. Затем по фронтальной и профильной проекциях области сканирования антенны (рис. 7) можно определить, какая из точек находится в пределах области сканирования. Условием попадания объекта в область сканирования является нахождение проекций объекта в пределах проекций области сканирования.

Преобразование координат точек из глобальной системы координат XYZ в локальную систему координат в матричном представлении имеет вид:

$$(x, y, z, 1) = (X, Y, Z, 1) * T_p^{-1}$$

Обратная матрица преобразований T_p^{-1} , определяется как результирующую матрицу последовательного произведения обратных матриц от прямых элементарных преобразований (см. табл. 2).

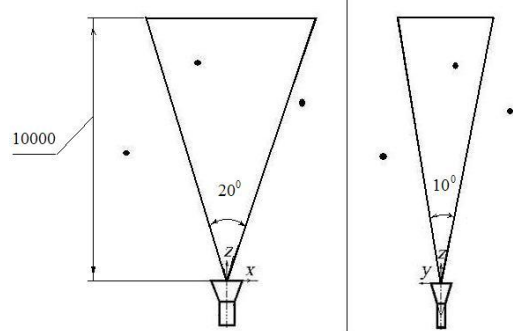


Рис. 6. Определение сканируемого объекта

$$T_p^{-1} = T_5^{-1} T_4^{-1} T_3^{-1} T_2^{-1} T_1^{-1},$$

где $T_5^{-1} = T_5(-p)$; $T_4^{-1} = T_4(-\alpha)$; $T_3^{-1} = T_3(-\beta)$; $T_2^{-1} = T_2(-\chi)$; $T_1^{-1} = T_1(-h)$

$$T_5^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -p & 1 \end{pmatrix}; \quad T_4^{-1} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \dots \text{ и т.д.}$$

Выводы

В данной статье была представлена математическая модель системы, которая определяет, какой из объектов отслеживается пирамидальной рупорной антенной. На этом примере была продемонстрирована возможность восстановления параметров пространственного объекта по одному изображению, если известны искажения отдельных элементов объекта. Очевидно, что возможности практической реализации

данной математической модели не ограничиваются рассмотренным примером. Например, по снимкам артиллерийской установки противника можно прогнозировать зону предполагаемого поражения.

Література

1. Метод идентификации объектов по признакам текстуры через разложение в ряд Фурье сигнала цвета / Свирневский Н.С. – Донецк : Искусственный интеллект, 2006. – № 4.
2. Кривонос Ю.Г. Про один підхід до ідентифікації особи за контуром профіля носа / Кривонос Ю.Г. Крак Ю.В., Бармак О.В. – Донецьк : Штучний інтелект 2010. – № 3 – С. 283–290.
3. Свирневский Н.С. Моделирование чтения чертежа по данным из DXF-файла. Проблемы сучасного машинобудування / Н.С. Свирневский, П.В. Блажівський. – Хмельницький : ТУП, 1996. – С. 133–135.
4. Михайленко В.Е., Анпилогова В.А. Справочник по машинной графике в проектировании. – В.Е. Михайленко, В.А. Анпилогова. – К. : Будівельник, 1984 – 183 с.
5. Котов Ю.В. Как рисует машина / Котов Ю.В. – М. : Наука., 1988 – 224 с.

Надійшла 7.7.2011 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Р.В. Сорокати

УДК 615.47:616-001.1

О.Ю. АЗАРХОВ¹, О.В. БЕЛОУСОВА², А.М. КОРОЛЬ³, Ю.І. ПАВЛИШЕН⁴

¹Приватна установа «Санаторій «Металург»

²Луцький біотехнічний інститут ЗАТ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая»

³Вінницький національний технічний університет

⁴Хмельницька обласна клінічна лікарня

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ, АПАРАТУРИ І ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РУХОВИХ ФУНКЦІЙ ПІСЛЯ ТРАВМ

В статті проведений літературний огляд та проаналізовано сучасний стан проблеми відновлення рухових функцій після травм різного характеру. Обґрунтовані переваги та недоліки існуючих підходів.

In the article the literary review is accomplished and the modern state of problem of motor function restoring after injuries of different kind is analyzed. The advantages and lacks of existent approaches are grounded.

Ключові слова: медична апаратура і технології, відновлювальна медицина, травматологія.

Вступ

Цілеспрямовані рухи людини представляють собою стійкий динамічний стереотип, що характеризується певними кінематичними, динамічними, часовими і просторовими параметрами. Вся сукупність останніх може розглядатися як біомеханічний прояв рухового образу, який складається для кожної конкретної людини в період розвитку і зазнає змін в результаті виникнення патологічних змін на будь-якому рівні рухового аналізатора залежно від віку і умов функціонування систем життєзабезпечення організму. Природно, що реєстрація кінезіологічних параметрів руху є необхідною для його характеристики, особливо при порушеннях функції опорно-рухового апарату.

Основний текст

Найбільш достовірні відомості про рух можуть бути отримані за допомогою оптичних методів, які забезпечують комплексну реєстрацію будь-якої кількості точок тіла людини і зовнішньої обстановки стосовно просторово-часової координатної сітки і дають інформацію про кінематику досліджуваних точок у формі, зручній для математичного аналізу [1].

В біомеханічних дослідженнях широкого поширення набули електричні методи реєстрації. Це можна пояснити, в першу чергу, тим, що інформація, яка представлена у вигляді електричних сигналів, є зручною для обробки електронними приладами, Крім того, більшість процесів, які протікають в живих організмах, супроводжуються різними електричними явищами, що полегшує отримання інформації у вигляді електричних сигналів.

До недоліків існуючих електричних методів реєстрації слід віднести перш за все обмеженість отриманої інформації у відношенні як числа реєстрованих параметрів, так і їх кінематичних характеристик.

Для вивчення діяльності м'язів в процесі виконання рухового акту використовується електроміографія. Відведення електроміограми в даний час здійснюється двома способами: нашкірними і голковими електродами, що дозволяють вибірково реєструвати активність однієї рухової одиниці. Застосування нашкірного біполярного відведення з міжелектродною відстанню 20–25 мм дозволяє реєструвати сумарну активність багатьох рухових одиниць.

Концепція нейропластичності припускає «постановку завдання специфічного навчання» і полягає в тому, що за допомогою багатократних тренувань, що повторюються, можна поліпшити повсякденну рухову активність у пацієнтів з неврологічними порушеннями. Роботизована терапія на комплексі Lokomat відповідає вищеописаним вимогам і дає можливість проведення інтенсивної локомоторної терапії зі