

використані як інформативні ознаки, під час проведення автоматизованої діагностики. Даний програмний комплекс може бути використаний як складова (програмна) частина в автоматизованих діагностичних системах стану серцево-судинної системи людини.

Література

1. Булдакова Т.И., Гриндев В.И., Кириллов К.И., Ланцберг А.В., Суятинов С.И. Програмно-аналитический комплекс модельной обработки биосигналов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – № 1. – С.71-77.
2. Лупенко С.А. Циклічне функціональне відношення як основа математичного формалізму теорії моделювання та аналізу циклічних сигналів // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2007. – Т. 12, № 3. – С.183-195.
3. Лупенко С.А., Студена Ю.В. Математичне моделювання сигналів серця в задачах технічної кардіометрії на базі їх моделі у вигляді циклічного випадкового процесу // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2006. – Т. 11, № 1. – С.134-142.
4. Литвиненко Я.В., Лупенко С.А., Студена Ю.В. Методи статистичної обробки сигналів серця на базі їх моделі у вигляді циклічного випадкового процесу із зонною часовою структурою // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2006. – Т.11, № 4, – С. 189-200.
5. Лупенко С.А., Литвиненко Я.В., Сверстюк А.С. Статистичний сумісний аналіз кардіосигналів на основі вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів // Електроніка та системи управління (Національний авіаційний університет. – 2008). – № 4 (18). – С.22-29.
6. Лупенко С.А. Статистичні методи сумісної обробки сукупності ритмічно пов'язаних циклічних випадкових процесів // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький: Навчальна книга. – 2005. – № 1. – С. 80-84.
7. Лупенко С.А., Дем'янчук Н.Р., Сверстюк А.С. Концептуально-методологічні основи імітаційного моделювання циклічних сигналів на ЕОМ із використанням їх моделі у вигляді циклічного функціонального відношення // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький національний університет. – 2008. – № 4. – С. 101-111.

Надійшла 24.11.2009 р.

УДК 004.8

О.В. БАРМАК

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ

К.М. БАРАБАН

Хмельницький національний університет

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТРЬОХМІРНОЇ ГОЛОВИ ЛЮДИНИ

В статті запропонована оригінальна технологія отримання трьохмірної моделі голови людини на основі специфічних фотографічних зображень. Запропонований метод обробки та створення цих зображень, і отримання необхідних для побудови моделі параметрів. В якості математичного інструментарію задіяні NURBS-криві та алгебраїчні перетворення векторів координат точок.

The article proposed an original technology of three-dimensional model of the human head based on the unique photographic images. The proposed method of processing and the creation of these images, and obtaining necessary to construct the model parameters. The mathematical tools involved NURBS-curves and algebraic transformation of position vectors.

Ключові слова: трьохмірна модель голови людини, математична модель, NURBS-криві, точкові криві.

Вступ

В сучасному світі досить актуальною в комп'ютерній графіці є задача побудови трьохмірних моделей, що мають фотографічну схожість з реальними об'єктами і людьми.

Сфера використання трьохмірних моделей широка. Інтерфейс з елементами віртуальної реальності полегшує роботу з комп'ютерною технікою користувачам будь-якого рівня, в тому числі й людям з обмеженими фізичними можливостями. Створення навчальних програм з використанням трьохмірних моделей, які мають властивості реальних об'єктів, дозволить більш ефективно використовувати навчальний час і відпрацьовувати складні практичні завдання в безпечних умовах і за відсутності надмірних матеріальних витрат. Окремою складною проблемою, яка може бути вирішена за допомогою моделі трьохмірної голови людини, є задача розпізнавання особистості [1].

Методи побудови трьохмірних моделей

Існує три основних підходи до побудови моделей: 1) вручну за допомогою поширених програм моделювання (наприклад, 3D Max); 2) автоматично за шаблонами, використовуючи відомі фізичні

властивості реальних об'єктів; 3) побудова моделі по зображеннях об'єкта та іншій відомій про нього інформації.

Перший підхід вимагає значних трудовитрат, а бажаних результат часто виявляється просто недосяжним. Другий вимагає точного фізичного моделювання, тому в цілому є занадто складним і на теперішній час мало здійснений. Тому найбільше уваги привертає саме третій підхід.

Під відновленням або реконструкцією розуміється побудова фізично коректної моделі сцени та її представлення в зручній для візуалізації, зберігання та модифікування формі. При візуалізації отриманої моделі синтезовані зображення повинні максимально точно відповідати вихідним зображенням.

Всі методи відновлення сцени поділяються на активні та пасивні. Активні методи використовують пристрої, що знаходяться в прямій взаємодії з об'єктами сцени, здійснюється вплив на сцену і самі являються її учасниками. До таких пристроїв відносяться лазерні сканери, які дозволяються з високою точністю визначати відстань від лазера до поверхні об'єкта, що дозволяє відновити дуже точну геометричну модель об'єкта. Також до активних зараховуються методи, що використовують зображення об'єкта в умовах структурованого освітлення. Головним недоліками всіх активних підходів є висока вартість обладнання і неможливість відновлення динамічних сцен.

Пасивні методи в якості вихідних даних використовують тільки фотографії або послідовності зображень об'єктів, отримані в природному освітленні, або наближеному до нього (і світлі звичайних ламп). Пасивні методи вважаються найбільш перспективними, оскільки дозволяють будувати моделі динамічних сцен, в яких можуть брати участь люди [2].

Поширеним засобом для побудови трьохмірної моделі голови людини є 3D сканер – пристрій 3D введення, який аналізує фізичний об'єкт і на основі отриманих даних створює його 3D модель. Пристрої 3D введення поділяються на два основних типи – контактні та дистанційні. Контактні працюють за принципом обведення контуру користувачем вручну з використанням сенсора. Таке сканування вимагає навиків роботи з даним пристроєм, а також значних витрат часу. Дистанційні системи сканують об'єкт самостійно. Їх недоліками є чутливість до умов сканування, висока вартість пристроїв, обмеженість розмірів сканованих об'єктів, низька продуктивність, а також небезпечність для здоров'я (зору) людини.

Для побудови моделі голови людини більше підходять проекційні системи, які проектують деяким чином на сканований об'єкт спеціальну «сітку» і по її спотвореннях визначають контур сканованої поверхні. Ціна таких систем для 3D сканування дуже висока [3].

В головному TAFE центрі комп'ютерної графіки та візуалізації Computer Graphics and Visualisation Centre (CG&VC), Перт, Західна Австралія, розробили метод, який дозволяє сканувати об'єкт та створювати на основі даних сканування тривимірну модель.

Суб'єкт дослідження розміщується перед LCD проектором, який проектує паралельні вертикальні лінії. Людина дивиться прямо на проектор. Нерухома цифрова фотокамера робить фотознімок під кутом 45 градусів до суб'єкта. За допомогою програмного 3D забезпечення, яке має NURBS інструментарій, проводиться процес прослідковування кожної лінії. Далі прорисовуються деякі горизонтальні лінії, які обмежують викривлення результуючої сітки NURBS-кривих, і на їх основі вибираються керуючі точки для побудови NURBS-поверхні [4].

Модель, отримана таким чином, відрізняється високим ступенем схожості з прототипом. Але цей спосіб вимагає навиків роботи з пакетом трьохмірної графіки і часових витрат. Модель не може бути використана для розпізнавання особистості, якщо на фото зафіксовано деякий мімічний вираз, що відрізняється від спокійного.

Відновлення 3D форми по закрасці – це дещо інший принцип побудови моделі реального об'єкта. Під закраскою мається на увазі плавна зміна яскравості між точками об'єкта. Трьохмірна форма об'єкта оцінюється по тому, як він відбиває світло. Формулюється задача відновлення форми об'єкта по яскравості точок його зображення, як задача, обернена до задачі візуалізації. При візуалізації штучних сцен яскравість точки поверхні об'єкта залежить від ряду цілком визначених факторів і обчислюється за деякою математичною моделлю. За допомогою такої моделі можна представити неперервну частину – від лоба до низу носа і з рота до шиї, але не можна представити весь профіль, а також повну модель голови [5].

Постановка задачі

Необхідно запропонувати технологію створення моделі голови людини по фотографічному зображенню з урахуванням недоліків існуючих підходів. Технологія повинна враховувати наступні застереження:

- повинна існувати можливість визначення керуючих елементів моделі за допомогою математичних функцій;
- кількість керуючих елементів моделі повинна бути мінімальною без втрати якості схожості основних рис обличчя з рисами реальної людини і без спотворення плавності природних ліній людського обличчя;
- елементи моделі повинні бути достатньо керованими, щоб існувала можливість змінювати вираз обличчя і емоційний мімічний стан моделі;
- спосіб отримання координат повинен бути мінімально затратним по часу і коштах;
- використання пакетів трьохмірної графіки при створенні і керуванні моделлю повинно бути

максимально простим і доступним для користувача будь-якого рівня.

Математична модель голови

Для моделювання голови людини пропонується використовувати математичний апарат нерівномірних базисних сплайнів, заданих за допомогою рекурсивних функцій Кокса-де Бура. Необхідно задати масив опорних точок (Control Points) p_0, \dots, p_m , знайти функцію $p(u) = [x(u), y(u), z(u)]^T$, задану в інтервалі $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$, яка є досить гладкою і проходить близько до опорних точок. В системі однорідних координат: $q_i = w_i [x_i, y_i, z_i, 1]^T$. Функція $p(u)$ може бути представлена у вигляді [6]:

$$p(u) = \frac{1}{w(u)} q(u) = \frac{\sum_{i=0}^n B_{i,d}(u) w_i p_i}{\sum_{i=0}^n B_{i,d}(u) w_i}, \quad (1)$$

де кожна функція $B_{i,d}(u)$ є поліномом степеня d на інтервалі в кілька вузлів і рівна нулеві поза межами цього інтервалу:

$$B_{k,0}(u) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } u_k \leq u \leq u_{k+1} \\ 0 & \text{в іншому випадку} \end{cases}, \quad (2)$$

$$B_{k,d}(u) = \frac{u - u_k}{u_{k+d} - u_k} B_{k,d-1}(u) + \frac{u_{k+d+1} - u}{u_{k+d+1} - u_{k+1}} B_{k+1,d-1}(u),$$

NURBS-поверхня є розширенням NURBS-кривих. Тобто у випадку визначення поверхні:

$$p(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,d}(u) B_{j,d}(v) w_{i,j} p_{i,j}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,d}(u) B_{j,d}(v) w_{i,j}} \quad (3)$$

Перевагами використання NURBS-кривих і NURBS-поверхонь є те, що розмірність зменшується на порядки, деформація кривих і поверхонь (для імітації біологічно подібних рухів) більш плавна.

Побудована за допомогою NURBS-поверхонь трьохмірна модель голови людини (рис. 1) складається з вертикальних NURBS-кривих, які починаються на внутрішній поверхні рота. Лінії виходять з рота, повторюючи риси обличчя, і закінчуються біля шиї. Цей підхід спрацьовує при створенні окремої каркасної моделі голови, яка визначає більшу частину рис обличчя. Зазвичай напрям кривих співпадає з напрямком м'язів обличчя, це полегшує задачу анімації міміки [7].



Рис. 1, а. Моделювання за допомогою вертикальних кривих

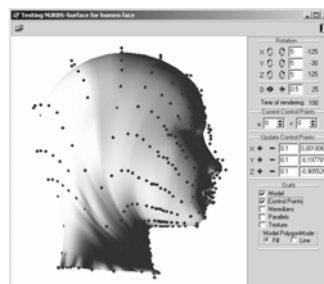


Рис 1, б. NURBS-модель голови людини

Математична модель трьохмірної голови людини може бути записана наступним чином:

$$G = \left\{ G_k : G_k(u) = \frac{\sum_{i=0}^n B_{i,p}(u) w_i g_i}{\sum_{i=0}^n B_{i,p}(u) w_i} \right.$$

$$g_{k,l}(u) = (x_{k,l}(u), y_{k,l}(u), z_{k,l}(u))^T \quad (4)$$

$$U = \{0, \dots, 0, u_{p+1}, \dots, u_{r-p-1}, 1, \dots, 1\}$$

$$k = \overline{1, n}, l = \overline{1, m}, r = n + p + 1\}$$

де G_k – функції, які визначають NURBS-криві моделі;

$g_{k,l}$ – опорні точки кривої k ;

$B_{i,p}(u)$ – функція-поліном степеня p задана за допомогою рекурсивних функцій Кокса-де Бура;

$w_{i,j}$ – це скалярний поліноміальний B-сплайн, сформований по множині значень вагових коефіцієнтів;

U, V – послідовності вузлів;

n – кількість NURBS-кривих;

m – кількість контрольних точок кожної NURBS-кривої.

В даній моделі візуальна схожість віртуальної голови з реальною людиною залежить не від всіх керуючих точок NURBS-поверхні, а тільки від тих, які утворюють поверхню обличчя. Можна розділити дві зони поверхні моделі: обличчя і потилиця. Це можна виконати, відділивши на кожній з k NURBS-кривих деяку кількість точок, тобто поділити кожен NURBS-криву на два фрагменти.

Розбиття довільної NURBS-кривої здійснюється за наступною схемою. NURBS-крива $L = \{p_i : p_i = [x_i, y_i, z_i, 1], i = \overline{0,3}\}$ розділяється на два фрагмента точкою $p_{1,2}$. Кінцеві точки NURBS-кривої лежать на самій кривій, тому нові фрагменти описуються наступними контрольними точками: $L_1 = \{p_0, p_1, p_{1,2}\}$ і $L_2 = \{p_{1,2}, p_2, p_3\}$.

Після відділення зони обличчя моделі – набору фрагментів NURBS-кривих – можна її замінити будь-якою іншою і тим самим надати моделі схожості з іншою людиною. Заміну фрагментів необхідно виконувати так, щоб всі кінцеві точки ліній нового обличчя моделі співпадали з вже кінцевими точками ліній обличчя готової моделі. Для цього використовуються алгебраїчні перетворення векторів, які містять координати фрагментів кривих, кінцеві точки яких необхідно сумістити.

Алгебраїчні перетворення векторів

Розглядається два вектора координат точок в системі однорідних координат: вектор $q^{(1)} = [x_i^{(1)}, y_i^{(1)}, z_i^{(1)}, 1]^T$ і його крайні точки $q_0^{(1)}$ і $q_{M-1}^{(1)}$, $i = \overline{0, M-1}$; а також $q^{(2)} = [x_j^{(2)}, y_j^{(2)}, z_j^{(2)}, 1]^T$ з крайніми точками $q_0^{(2)}$ і $q_{K-1}^{(2)}$, $j = \overline{0, K-1}$.

Необхідно знайти новий вектор $\tilde{q}^{(2)}$ з крайніми точками $\tilde{q}_0^{(2)}$ і $\tilde{q}_{K-1}^{(2)}$, такий, щоб були справедливі рівності: $q_0^{(1)} = \tilde{q}_0^{(2)}$, $q_{M-1}^{(1)} = \tilde{q}_{K-1}^{(2)}$. Тобто виконати перенос, нормування і поворот векторів координат (рис. 2).

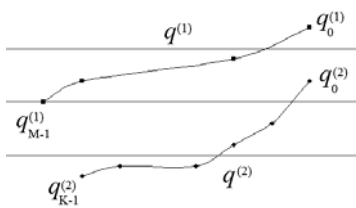


Рис. 2, а. Дві довільні точкові криві

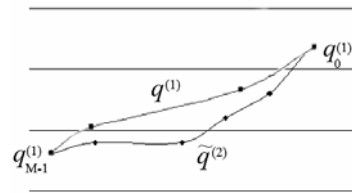


Рис. 2, б. Кінцеві точки двох точкових кривих суміщені

Загальна матриця векторного перетворення отримується шляхом перемноження матриць повороту, масштабування та переносу:

$$A = TSR, \tag{5}$$

де T – матриця переносу,
 S – матриця нормування,
 R – матриця повороту [8].

За допомогою матриці $A_{4 \times 4}$ лінія $q^{(2)}$ переміщається в позиції крайніх точок лінії $q^{(1)}$ наступним чином:

$$\tilde{q}^{(2)} = q^{(2)} A. \tag{6}$$

Зв'язок між NURBS-кривими і точковими кривими

Для створення і представлення трьохмірної моделі (4) голови людини необхідно мати інформацію про набір координат керуючих точок NURBS-кривих, які утворюються поверхню моделі. На практиці не часто доводиться мати справу безпосередньо з NURBS-кривими. Для побудови моделі в якості вихідних даних використовується велика кількість отриманих з фотографічних зображень точок, які належать безпосередньо поверхні об'єкта. В результаті інтерполяції цих точок отримуються осцилюючі криві і поверхні. Тому в даному випадку кращим рішенням буде апроксимація – генерація таких кривих або поверхонь, які проходять біля вихідних точок і тільки деякі через них.

Скористаємося властивостями NURBS-кривих: при $w_i = 1$ NURBS-крива (1) зводиться до B-сплайн кривої. Задача B-сплайн апроксимації є задачею підгонки B-сплайн кривої з K опорними точками $p = [p_0, \dots, p_{K-1}]^T$ до точкової кривої $d = [d_0, \dots, d_{M-1}]^T$, де $M > K$ (зазвичай, $M \gg K$) для значень параметра u_0, \dots, u_{M-1} . Така задача апроксимації приводить до перевизначеної системи лінійних рівнянь $B \cdot p = d$:

$$\begin{bmatrix} B_0(u_0) & \cdots & B_{K-1}(u_0) \\ B_0(u_1) & \cdots & B_{K-1}(u_1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_0(u_{M-1}) & \cdots & B_{K-1}(u_{M-1}) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} p_0 \\ \vdots \\ p_{K-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ d_1 \\ \vdots \\ d_{M-1} \end{bmatrix} \quad (7)$$

де $B_i(u)$ – B-сплайн базисна функція $\sum_{i=0}^m B_{id}(u) = 1$, $0 \leq B_{id}(u) \leq 1$.

Найбільш розповсюдженим методом такої апроксимації є квадратична підгонка. Оскільки опорних точок значно менше, то система рівнянь може бути перевизначена і записана наступним чином [9]:

$$B^T B \cdot p = B^T \cdot d, \text{ звідки } p = (B^T B)^{-1} \cdot B^T d, \text{ при } \det(B^T B) \neq 0. \quad (8)$$

Для використання B-сплайн апроксимації необхідно вміти отримувати на зображенні точкові криві $d = [d_0, \dots, d_{M-1}]^T$, після чого можливо здійснювати перетворення (8). Існує багато технологій отримання з зображення точкових кривих, які відповідають необхідним контурам. В основному вони базуються на отриманні контуру зображення, як різкої різниці між елементами зображення (наприклад, за допомогою згортки, аналіз кольору) з подальшою скелетизацією (отриманням контуру одиничної товщини).

Таким чином, можна виділити дві зв'язані між собою задачі:

1) пряма задача побудови і відображення моделі (4), – маючи набір координат керуючих точок NURBS-кривих $p = [p_0, \dots, p_{K-1}]^T$, які утворюють поверхню моделі, побудувати її трьохмірне зображення;

2) обернена задача: маючи координати елементів точкових кривих $d = [d_0, \dots, d_{M-1}]^T$, перетворивши їх за схемою (8) і отримавши координати $p = [p_0, \dots, p_{K-1}]^T$, побудувати і математичну модель.

Технологія отримання координат трьохмірних точок

Пропонується використовувати декілька фотографічних зображень сцени або об'єкта. Існує багато способів отримання цих фотознімків залежно від вибору кута між фотокамерами, кількості камер, їх положення відносно об'єкта. Взаємозв'язки точок кількох зображень описуються епіпольною геометрією.

Можна отримати просторові координати деякої точки з плоских зображень, сфотографованих за допомогою стереоскопічної камери. Але цей спосіб фотозйомки вимагає навиків роботи з цим пристроєм і досвіду обробки стереопари, вартість стереоскопічного пристрою досить висока, і його використання вимагає врахування багатьох факторів. Тому його використання для створення трьохмірної моделі голови людини в подальшому не розглядається.

Пропонується використовувати при побудові трьохмірної моделі фотографічні знімки, виконані в анфас і в профіль. Розміри в пікселях відповідно знімків в анфас та в профіль: $(k_x^a \times k_y^a)$, $(k_x^p \times k_y^p)$, при чому $k_x^a = k_x^p$, $k_y^a = k_y^p$. Відповідні елементи обличчя знаходяться на однаковій висоті. З фотографії в анфас можна отримати координати точок цих елементів по осі Ox : $X = x_a$, а по знімку профілю – по осі Oy : $Y = y_p$ для відповідних координат по осі Oz : $Z = y_a = y_p$.

Технологія побудови трьохмірної голови людини

Враховуючи всі перераховані застереження при створенні трьохмірної моделі, переваги та недоліки різних способів представлення моделі та отримання координат її елементів, пропонується наступна технологія побудови моделі голови людини:

1) створюються спеціальні фотографічні знімки деякого актора;

2) з фотознімків отримуються координати точок N ліній спроектованої сітки:

$$d^{(i)} = [d_0, \dots, d_{M-1}]^T, (i = \overline{0, N-1});$$

3) сформований таким чином набір координат M точок для N спроектованих ліній, за допомогою формули (8) перетворюється в набір координат керуючих точок NURBS-кривих

$$p^{(i)} = [p_0, \dots, p_{K-1}]^T, (i = \overline{0, N-1});$$

4) фрагментам NURBS-кривих моделі (4), які відповідають за поверхню обличчя моделі, ставляться у відповідність лінії, які отримані з фотографічних зображень, за допомогою алгебраїчних перетворень (5), (6) координати точок ліній з фотознімка приводяться в систему координат моделі (4) (попередньо їх необхідно перетворити в систему однорідних шляхом додавання четвертої координати $w_i = 1$);

5) отримані лінії, які відповідають за поверхню обличчя моделі, з'єднують з фрагментами, які

створюють потилицю моделі, і таким чином отримується нова трьохмірна модель голови людини (4).

Спеціальні фотознімки створюються з використанням мультимедійного проектора, за допомогою якого проектується на обличчя людини зображення деякої сітки ліній. Ці лінії мають візуальну схожість з лініями (NURBS-кривими) моделі (4). Сітка ліній на обличчі кожної конкретної людини спотворюється особливим чином. Фотографування відбувається в анфас і в профіль, так щоб у знімків була відповідність по висоті і по пропорційності.

З метою отримання координат точок всіх ліній, які спроектовані на обличчя, проводиться обробка фотознімків. Обов'язковим є одночасне прослідковування координатних залежностей між фотознімками в анфас і в профіль. Рухаючись по фотографії вздовж однієї лінії послідовно виконується «зчитування» координат по всій довжині лінії. При цьому кожному значенню координати по осі Oz ставляться у відповідність координати по осі Ox з фотознімка в анфас і координата Oy знімку в профіль.

Точність визначення координат прямо залежить від якості роботи мультимедійного проектора. Достатньо якісний проектор дозволяє отримати високу чіткість зображення сітки ліній на обличчі людини, але товщина спроектованих ліній все одно залишається занадто грубою для більш точного представлення природних особливостей обличчя будь-якої людини.

Фотографується тільки обличчя людини, знімків потилиці людини для обробки не створюється. Для коректного відображення моделі і для повноти схожості моделі з реальною людиною пропонується виконувати з'єднання фрагментів ліній обличчя і потилиці на завершальному етапі створення моделі. При цьому використовуються елементи, які відповідають потилиці існуючої моделі (4).

Практичне застосування технології

Для перевірки ефективності запропонованої технології створено трьохмірну модель голови реальної людини.

Було створено фотографічні знімки актора. Спроектвана сітка складалася з $N = 25$ ліній. З фотознімків був отриманий набір координат $d^{(i)} = [d_0, \dots, d_{49}]^T$, ($i = \overline{0, 24}$) точок сітки. Скориставшись формулою (8), з координат точкових кривих були отримані координати відповідних для кожної лінії керуючих точок NURBS-кривих $p^{(i)} = [p_0, \dots, p_{29}]^T$, ($i = \overline{0, 24}$).

Алгебраїчними перетвореннями координати точок NURBS-кривих $p^{(i)} = [p_0, \dots, p_{29}]^T$, ($i = \overline{0, 24}$) були перетворені і переміщені в систему координат моделі (4) і лінії, які вийшли в результаті перетворень, були приєднані до фрагментів ліній потилиці моделі.

Побудована таким чином трьохмірна модель голови людини є дещо примітивною, але вона має достатню візуальну схожість з реальним суб'єктом (актором, по фотознімках якого вона була створена), щоб вважатись пізнаваною (рис. 3).



Рис. 3а. Актор зі спроектованими на обличчя лініями



Рис. 3б. Трьохмірна модель голови людини

Висновки

Запропонована технологія показала свою життєздатність. Її явною перевагою є низькі витрати коштів, легкість виконання перетворень і отримання результату. До недоліків можна віднести неможливість проектування більшої кількості ліній для більш повної деталізації зображення, відносно велика ширина ліній сітки, що проектується, складність розробки конфігурації цієї сітки, а також деякі незручності для очей актора, в зв'язку з тим, що промені проектора світять прямо в обличчя людини.

Подальші дослідження будуть направлені на вдосконалення і розширення можливостей використання запропонованої технології.

Література

1. Крак Ю.В., Бармак О.В. Комп'ютерна габітоскопія // Штучний інтелект. – 2006. № 1. – С. 39-46.
2. Конушин А. Реконструкція моделі об'єкта по силуетам и по согласованию цветов [електронний ресурс] / Антон Конушин // Компьютерная графика и мультимедиа – 2003. – № 2 (2) – Режим доступа:

<http://cgm.computergraphics.ru/content/view/44>.

3. Александров Д.Ю. 3D сканеры [електронний ресурс] / Денис Юрьевич Александров. – Режим доступу: <http://www.3dnews.ru/peripheral/3dscan>.

4. 3D Laser Scanning on a Budget [електронний ресурс] / Mike Annear, Akos Bruz, Rick Grigsby, Simeon Taylor. – Режим доступу: <http://home.exetel.com.au/mah-gar/gnu/scanner/scanneren.htm>.

5. Вежневцев В. Задача восстановления формы объекта по закраске (shape from shading) [електронний ресурс] / Владимир Вежневцев // Компьютерная графика и мультимедиа – 2004. – № 1 (5). – Режим доступу: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/59>.

6. С. deBoor. A Practical Guide to Splines. – New York: Springer-Verlag, 1978.

7. Крак Ю.В., Бармак О.В. Застосування нерівномірних раціональних базисних сплайнів (NURBS) в задачах синтезу та аналізу // Журнал обчислювальної та прикладної математики. – 2007. – № 1 (94). – С. 3-12.

8. Конушин А. Геометрические свойства нескольких изображений [електронний ресурс] / Антон Конушин // Компьютерная графика и мультимедиа. – 2006. – № 3 (13). – Режим доступу: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/141>.

9. Форсайт Дж. Машинные методы математических вычислений: Пер. с англ. Икрамова Х.Д. – М.: Мир, 1980. – 277 с.

Надійшла 19.11.2009 р.

УДК 685.3

В.П. КОНОВАЛ, М.М. ШКОДЕНКО, В.І. ЧУПРИНКА
Київський національний університет технологій та дизайну

ТИПОВІ ЗАДАЧІ, ЯКІ ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РОЗКРІЙНИХ СХЕМ

В роботі наведено опис типових проблем, які виникають при розробці прикладного програмного забезпечення для розв'язання задач проектування розкрійних схем шкіргалантерейної промисловості. Розглянуто етапи проектування програми, дана оцінка ефективності найбільш поширених методів програмування.

Typical problem description which arises up at development of application software for the solution of tasks of cutting out patterns of leather and foot-wear industry design is in-process resulted. The stages of program design are considered, the estimation of efficiency of the most widespread methods of programming is given.

Ключові слова: автоматизоване проектування, оптимізація.

У легкій промисловості для прискорення розв'язку оптимізаційних задач часто розробляється спеціальне програмне забезпечення. Як правило, такі додатки використовуються для автоматизації і прискорення проектувальних робіт певного виду і є вузько спеціалізованими. Значною мірою це обумовлено складністю повного охопту предметної області процесу, тому при постановці задачі важливо виділити ключові моменти і якомога детальніше встановити логічні та причинно-наслідкові зв'язки між ними. Практика показує, що тільки правильна постановка задачі, яка включає в себе побудову деталізованої моделі автоматизованого процесу, гарантує розробку ефективного програмного забезпечення, придатного для практичного використання і подальшого розвитку. При цьому власне програмування займає близько 1/5 часу і не складає принципових труднощів. В процесі розробки моделі необхідна участь спеціалістів, які мають практичний досвід у даній області. Необхідно також, щоб розробник (програміст) вільно володів термінами предметної області і мав практичне уявлення про типові виконання дій, що автоматизуються.

Для виконання поставленої завдання необхідно розв'язати наступні задачі:

- розробка технічного завдання, визначення кінцевої мети проекту;
- вибір інструментальних засобів та оцінка вартості програми і часу необхідного для реалізації;
- розробка структури програми;
- визначення ступеня інтеграції функціональних частин програми;
- обґрунтування доцільності використання об'єктного підходу;
- планування інтерфейсу, виконання контролю правильності дій користувача;
- реалізація обміну даними з іншими програмами;
- реалізація збереження даних;
- обробка вхідних даних;
- визначення форматів файлів;
- реалізація раціонального використання ресурсів комп'ютера.

Припустимо, для розробки програмного забезпечення автоматизації отримання інформації про контури шкіри і використання цих даних для формування розкрійних схем необхідно мати інформацію про наступне [1, 2]:

- види натуральних шкір, їх властивості;
- специфіка використання шкіри у різних галузях;