

ОПТИМІЗАЦІЯ КУСКОВО-ЛІНІЙНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЗНІМКІВ У ЗАДАЧАХ МАШИННОГО СТЕРЕОЗОРУ

М.І.Шлезінгер¹, Б. Флах², І.В.Онищенко³

²Institute of Artificial Intelligence, Dresden University of Technology
Email: bflach@ics.inf.tu-dresden.de

^{1,3}Міжнародний науково-навчальний центр ЮНЕСКО/МПІ
інформаційних технологій та систем.
пр.Академіка Глушкова 40, Київ 03680
т.266-62-08 Email: schles@image.kiev.ua

АНОТАЦІЯ

Розглянуто метод знаходження оптимального монотонного кусково-лінійного відображення відрізка на відрізок. При цьому враховується як ступінь відповідності точок відрізків, так і довжина ламаної. Наведено результати застосування описаного методу при відновленні рельєфу людського обличчя за стереопарою.

ВСТУП

Дана стаття відноситься до класу робіт з відновлення рельєфу поверхні за стереопарою, що ґрунтуються на використанні паралаксів. Цей напрям було започатковано Г.Л.Гімельфарбом. У його роботі [1] побудовано модель оптичної поверхні, що відтворюється за своїми зображеннями, та модель процесу отримання цих зображень; обґрунтовано зведення задачі стереозору до оптимізаційних задач, зокрема, до задачі динамічного програмування. У роботі [2] запропоновано деякі евристики для звуження класу шуканих поверхонь.

Розв'язування задачі стереозору полягає у знаходженні монотонного відображення скінченної дискретної впорядкованої множини на себе. Єдиним таким відображенням є тотожне відображення. При переході від дискретних множин до неперервних матимемо безліч допустимих відображень, навіть якщо шукатимемо тільки ті з них, що є неперервними та кусково-лінійними. Якщо додатково вимагати, щоб вершини ламаної мали лише цілі координати, то отримаємо скінченну кількість допустимих ламаних.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Для заданого натурального числа n *полем зору* будемо називати відрізок $T=[0; n]$ дійсної осі. Відрізок p , вигляду $[i-1; i] \subset T$, $i=1, \dots, n$ назвемо *i-м пікселом*. *Знімком* будемо називати кусково-постійну

функцію $g: T \rightarrow C$, де C – деяка скінченна множина *кольорів*. g приймає однакові значення в усіх точках піксела.

Вихідні дані для задачі стереозору задаються двома знімками: лівим g_L та правим g_P , визначеними над одним полем зору T .

Ми шукаємо таке відображення $f: T \rightarrow T$, що:

- 1) f – кусково-лінійне;
- 2) координати вершин ламаної (графіка f) цілі числа;
- 3) довжина кожного відрізка ламаної обмежена зверху і знизу; обмеження знизу дозволяє керувати "гладкістю" рельєфа, а обмеження зверху прискорює роботу алгоритму, зменшуючи перебір варіантів.

Відрізок ламаної $e(i_1, j_1, i_2, j_2)$, $i_1, j_1, i_2, j_2 \in \{0, 1, \dots, n\}$ задається координатами початкової (i_1, j_1) та кінцевої (i_2, j_2) точок, причому мають виконуватися наступні обмеження: значення i_1, j_1 та i_2, j_2 мають належати деякій множині H ; обмеження на довжини відрізків ламаної $\dim_{\min} \leq i_2 - i_1 \leq \dim_{\max}$, $d_{j\min} \leq j_2 - j_1 \leq d_{j\max}$. Через E позначимо множину всіх допустимих відрізків. Позначимо через S множину всіх ламаних s таких, що:

- 1) кожен відрізок ламаної належить E ;
- 2) ламана починається у точці вигляду $(0, k)$ або $(k, 0)$ і закінчується у точці вигляду $(n, n-k)$ або $(n-k, n)$, де $0 \leq k \leq k_{\max}$.

Під *довжиною* $l(e)$ відрізка e розумітимемо його геометричну довжину. Нехай $\alpha(j, k): T \times T \rightarrow R$ функція, яка кількісно характеризує несхожість кольорів пікселів j лівого та k правого знімків. *Якістю* $q(e)$ відрізка $e(i_1, j_1, i_2, j_2)$ назвемо число де $[x]$ означає цілу частину числа x , $d_i = i_2 - i_1$, $d_j = j_2 - j_1$,

$$\frac{1}{d_i \cdot d_j} \sum_{n=0}^{d_i \cdot d_j - 1} \alpha([i_1 + n / d_i][j_1 + n / d_j]) + \beta \cdot l(e), \quad (1)$$

β – деяка константа. Якість ламаної дорівнює сумі якостей її відрізків. Ми шукаємо таку ламану $s^* \in S$, що

$$s^* = \arg \min_{s \in S} \sum_{e \in s} q(e), \quad (2)$$

де сума береться по всіх дужках ламаної s .

2 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ

Позначимо через $F(i,j)$ якість найкращої ламаної з кінцем в точці (i,j) і початком у точці вигляду $(0,k)$ або $(k,0)$, де $0 \leq k \leq k_{\max}$. Покладемо $F(0,k)=F(k,0)=0$ для $0 \leq k \leq k_{\max}$. Розв'язком задачі буде ламана з кінцем у точці вигляду $(n,n-k)$ або $(n-k,n)$, де $0 \leq k \leq k_{\max}$, що має мінімальне значення F . При розв'язуванні задачі використовується рекурентне співвідношення

$$F(i_2, j_2) = \min_{e(i_1, j_1, j_2) \in E} (F(i_1, j_1) + q(e)). \quad (3)$$

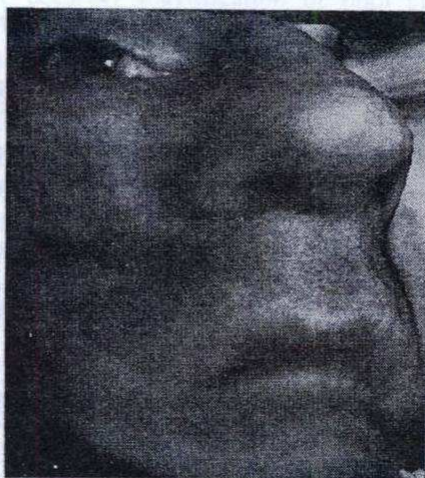
3 ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Описаний алгоритм було реалізовано мовою С. На мал.1 показано вихідну стереопару, а на мал.2 отримані результати для таких значень параметрів: $N = \{-30, -29, \dots, 29, 30\}$, $n=300$, $\text{dimin}=\text{djmin}=3$, $\beta=0.05$, $k_{\max}=20$, $\text{dimax}=\text{djmax}=5$; колір точки задається трійкою (r,g,b) , а функція α така, що

$$\alpha^2((r_1, g_1, b_1), (r_2, g_2, b_2)) = (r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2$$



Мал.1 Вихідна стереопара



Мал.2 Відновлений рельєф обличчя

ВИСНОВКИ

Розглянуто метод оптимізації кусково-лінійної функції однієї змінної, який дозволяє знаходити відповідність між точками пари рядків знімків стереопари. Але при цьому не враховується залежність між сусідніми рядками. Врахування такої залежності приводить до задачі оптимізації кусково-лінійної функції двох змінних.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Гимельфарб Г.Л. "Симметричный подход к задаче автоматических стереоскопических измерений в фотограмметрии" // *Кибернетика*. — 1979. — №2. — С.73-82.
- [2] Гимельфарб Г.Л. "Симметризованное би- и тринокулярное стереозрение: взаимосвязи между теоретическими основами и эвристическими решениями" // *Теоретические и прикладные вопросы распознавания изображений*. — Киев, 1995. — С.4-25.