Реконструкция 3D модели поверхности микроскопического объекта по серии изображений

СО: Есть серия изображений поверхности объекта с малой глубиной резкости. Изображения получены микросъемкой одного и того же объекта на разной высоте. Также имеется информация об оптической системе (фокусное расстояние, наблюдаемая ширина в фокусе, коэффициент для вычисления абсолютной высоты фокуса).

Допущение: Рассматриваются только непрозрачные объекты, а их изображения имеют одинаковый размер.

Задача: Необходимо определить координаты точек принадлежащих поверхности восстанавливаемых объектов, равномерно распределенных по исследуемой области, а также восстановить изображение объекта с высокой глубиной резкости.

Исходные параметры:

- количество изображений поверхности объекта

– размер полученных изображений: (m\*s пикселей)

– относительная высота оптической системы, на которой получено i-ое изображение ,

F – фокусное расстояние

W – наблюдаемая ширина в фокусе

k - коэффициент для вычисления абсолютной высоты фокуса

- матрица координат эталонной модели.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | ... | m |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| s |  |  |  |  |

- координата эталонной модели, соответствующая координатам , ;

D – параметр равномерности

Структура решения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | ... | m |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| s |  |  |  |  |

Решение представляет собой матрицу Z размером m\*s. Элемент матрицы:

– z-координата 3D изображения, соответствующая координатам , ;

Таким образом:

Ограничения на решения:

Точки, принадлежащие поверхности восстанавливаемых объектов, должны быть равномерно распределены по исследуемой области. Для этого необходимо вычислить вектор

Координата вектора:

, , где

– количество областей, в которых содержится хотя бы одна достоверная точка.

– количество областей, на которые делим изображение.

– количество уровней для равномерного распределения

Поэтому исходя из параметра равномерности необходимо выполнение следующего условия:

Оценка решения:

Оценка решения происходит на основе сравнения полученных координат 3D изображения с координатами эталонной модели. Таким образом, получается матрица .

Необходимо минимизировать среднее отклонение решения от эталонной модели:

Пример:

Есть эталонная 3D модель изображения 4\*4 пикселя:

Эталонная модель: Решение:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 2 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | -1 |
| 4 | -1 | -1 | 2 | 3 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Z | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 25 | 25 | 2 | 0 |
| 2 | 25 | 25 | 2 | 0 |
| 3 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 4 | -1 | -1 | 4 | 5 |

Пусть Z – решение задачи, проверим, удовлетворяет ли оно ограничению на равномерность. Пусть достоверной является точка, у которой отклонение от эталона не более чем на 1 единицу. А параметр равномерности D=50.

Будем делить область сначала на 4, затем на 16 подобластей.

Таким образом, будет 2 уровня.

На 1-ом уровне только в трех областях содержатся достоверные точки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 0 |
| 2 | 2 | 0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z | 1 | 2 |
| 3 | 0 | 3 |
| 4 | -1 | -1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z | 3 | 4 |
| 3 | 2 | -1 |
| 4 | 4 | 5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z | 1 | 2 |
| 1 | 25 | 25 |
| 2 | 25 | 25 |

Рис.1 Области с достоверными, недостоверными точками

На 2-ом уровне только 6 из 16 областей не имеют достоверных точек. Это области:

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 1 |
| 1 | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 2 |
| 1 | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 1 |
| 2 | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 2 |
| 2 | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 2 |
| 3 | 3 |

|  |  |
| --- | --- |
| Z | 3 |
| 4 | 4 |

Рис.2 Области с недостоверными точками

Вычисляем координаты вектора :

;

Проверяем ограничение: . Таким образом, ограничение выполняется. А среднее отклонение решения от эталонной модели составляет: