

Руководство пользователя Agisoft PhotoScan

Standard Edition, версия 1.4

Руководство пользователя Agisoft PhotoScan: Standard Edition, версия 1.4

дата публикации 2018

Авторские права © 2018 Agisoft LLC

Содержание

Обзор	v
Как работает PhotoScan	v
О руководстве	vi
1. Установка и активация	1
Системные требования	1
Ускорение вычислений за счет GPU	1
Установка программы	2
Ограничение демо-версии	3
Процедура активации	3
2. Сценарии съемки	4
Оборудование	4
Настройки камеры	4
Основные правила	4
Обработка фотографий	5
Сценарии съемки	5
Ограничения	6
Калибровка объектива	7
3. Схема работы	10
Настройка программы	10
Загрузка фотографий	11
Выравнивание фотографий	12
Построение плотного облака точек	16
Построение трехмерной полигональной модели	18
Построение текстуры модели	22
Сохранение промежуточных результатов	25
Экспорт результатов	26
4. Улучшение результатов выравнивания камер	31
Калибровка камеры	31
Оптимизация	33
5. Редактирование	35
Использование масок	35
Редактирование облака точек	40
Редактирование геометрии модели	42
6. Автоматизация	48
Использование блоков	48
A. Графический интерфейс	53
Окно приложения	53
Команды меню	56
Элементы панели инструментов	62
Горячие клавиши	64
B. Поддерживаемые форматы	66
Изображения	66
Калибровка камеры	66
Журнал полета	66
Положение опорных точек (GCP)	67
Внутренние и внешние параметры камеры	67
Связующие точки	67
Разреженное/Плотное облако точек	67
Полигональная модель	68
Текстура	68
C. Модели дисторсии камеры	69

Кадровая камера	69
Камера "Рыбий глаз"	70

Обзор

В программе Agisoft PhotoScan реализована современная технология создания трехмерных моделей высокого качества на основе цифровых фотографий.

Для реконструкции 3D модели объекта Agisoft PhotoScan позволяет использовать фотографии, снятые любыми цифровыми фотокамерами с любых ракурсов (при условии, что каждый элемент реконструируемой сцены виден по крайней мере с двух позиций съемки). Процесс создания трехмерной модели полностью автоматизирован.

Как работает PhotoScan

Основная задача, решаемая пользователями при помощи программы PhotoScan - восстановление текстурированной 3D модели объекта. Работа с проектом осуществляется в четыре этапа:

1. Определение параметров внешнего и внутреннего ориентирования камер. На первом этапе PhotoScan находит общие точки фотографий и по ним определяет все параметры камер: положение, ориентацию, внутреннюю геометрию (фокусное расстояние, параметры дисторсии и т.п.). Результатами являются разреженное облако общих точек в 3D пространстве модели и данные о положении и ориентации камер.

В PhotoScan разреженное облако точек не используется на дальнейших стадиях обработки (кроме режима построения модели на основе разреженного облака точек) и служит только для визуальной оценки качества выравнивания фотографий. Разреженное облако точек может быть экспортировано для дальнейшего использования во внешних программах.

Данные о положении и ориентации камер используется на дальнейших стадиях обработки.

2. Построение плотного облака точек. На втором этапе PhotoScan выполняет построение плотного облака точек на основании положений камер, рассчитанных на первом этапе обработки, и используемых фотографий. Перед переходом на следующий этап создания 3D модели или перед экспортом модели, плотное облако точек может быть отредактировано .
3. На третьем этапе PhotoScan строит трехмерную полигональную модель, описывающую форму объекта, на основании плотного облака точек. Также возможно быстрое построение модели на основании только разреженного облака точек. PhotoScan предлагает два основных алгоритмических метода для построения полигональной модели: Карта высот - для плоских поверхностей (таких как ландшафт или барельеф) и Произвольный - для любых типов поверхностей. В PhotoScan доступны некоторые инструменты редактирования восстановленной модели, позволяющие оптимизировать модель, удалять изолированные компоненты модели, заполнять отверстия, сглаживать и др. Также предусмотрена возможность экспорта полигональной модели для внесения изменений во внешнем редакторе с последующим импортом модели обратно в PhotoScan.
4. На финальном этапе в PhotoScan доступно построение текстуры для восстановленной трехмерной модели. Методы построения текстуры модели подробно описаны в соответствующем разделе настоящего руководства.

О руководстве

Как правило, описанная выше последовательность действий позволяет получить конечный результат. Все операции выполняются автоматически, в соответствии с заданными пользователем параметрами. [Глава 3, Схема работы](#) настоящего руководства содержит инструкции по выполнению операций и описание параметров, влияющих на выполнение каждого этапа.

В некоторых случаях, для достижения желаемого результата, требуется выполнение дополнительных действий. Фотографии, снятые объективом «рыбий глаз», могут потребовать предварительной калибровки в стороннем ПО или использования отдельной модели калибровки камеры, применяемой для сверхширокоугольных объективов. PhotoScan позволяет заново рассчитать параметры внутренней и внешней ориентации камеры для связующих точек, отфильтрованных в процессе оптимизации. Подробнее об этой функциональности см. [Глава 4, Улучшение результатов выравнивания камер](#). Нежелательные области на исходных изображениях могут быть закрыты масками и, таким образом, исключены из последующей обработки. Подробнее о применении масок и возможности редактирования проекта в PhotoScan см. [Глава 5, Редактирование](#). [Глава 6, Автоматизация](#) описывает возможности по сокращению количества операций, выполняемых в ручном режиме и автоматизации работы.

Построение трехмерной модели может занять продолжительное время. PhotoScan позволяет сохранить результаты каждой стадии в файл-проект. Краткое описание концепции проектов приведено в конце [Глава 3, Схема работы](#).

Наконец, в руководстве приведены инструкции по установке программы PhotoScan и набор простых правил для получения «хороших» фотографий, т. е. изображений, позволяющих достичь наилучшего результата при реконструкции трехмерной модели. подробная информация представлена в [Глава 1, Установка и активация](#) и [Глава 2, Сценарии съемки](#).

Глава 1. Установка и активация

Системные требования

Минимальная конфигурация

- ОС Windows XP или более поздняя (32 или 64 бит), Mac OS X Snow Leopard или более поздняя, Debian / Ubuntu (64 бит)
- Процессор Intel Core 2 Duo или более мощный
- 2 Гб оперативной памяти

Рекомендуемая конфигурация

- Windows XP или более поздняя (64 бит), Mac OS X Snow Leopard или более поздняя, Debian / Ubuntu (64 бит)
- Процессор Intel Core i7
- 12 Гб оперативной памяти

Количество фотографий, которое может обработать PhotoScan, зависит от объема доступной оперативной памяти. При разрешении одной фотографии порядка 10 МПикс, 4 Гб памяти достаточно для обработки 30-50 фотографий. 16 Гб позволит обработать 300-400 фотографий.

Ускорение вычислений за счет GPU

PhotoScan поддерживает вычисления на графических процессорах (GPU), ускоряющих работу программы на этапах поиска соответствий, построения карт глубины и уточнения полигональной модели с учетом деталей на фотографиях. Поддерживаемые устройства:

NVidia

GeForce GTX серии 400 и более поздних с поддержкой CUDA

ATI

Radeon HD серии 6000 и более поздних с поддержкой OpenCL 1.1

PhotoScan, скорее всего, будет использовать вычислительные мощности любого устройства с поддержкой CUDA 2.0 и выше или OpenCL 1.1 и выше, поддерживающие SPIR, и при условии, что драйвера для такого CUDA/OpenCL устройства установлены корректно. Однако, в связи с большим числом всевозможных комбинаций видеоадаптеров, версий драйверов и операционных систем, Agisoft не может протестировать и гарантировать полную совместимость с PhotoScan любого устройства на любой платформе.

В приведенной ниже таблице указаны поддерживаемые устройства (только для ОС Windows). Все возможные проблемы, связанные с использованием указанных устройств в PhotoScan, будут тщательно изучаться и устраняться.

Таблица 1.1. Поддерживаемые графические процессоры для операционной системы Windows

NVIDIA	AMD
Quadro P6000	FirePro W9100
Quadro M6000	Radeon R9 390x
GeForce TITAN X	Radeon R9 290x
GeForce GTX 1080	Radeon HD 7970
GeForce GTX TITAN X	Radeon HD 6970
GeForce GTX 980	Radeon HD 6950
GeForce GTX TITAN	Radeon HD 6870
GeForce GTX 780	
GeForce GTX 680	
GeForce GTX 580	
GeForce GTX 570	
GeForce GTX 560	
GeForce GTX 480	

Несмотря на то, что PhotoScan должен корректно использовать не только указанные выше графические процессоры и не только для операционной системы Windows, их корректная работа не гарантируется.

Примечание

- Для задач, поддерживающих ускорение на GPU, возможно совместное использование мощностей центрального процессора (CPU) и GPU. Для подключения CPU необходимо отметить галочкой соответствующий пункт меню. При этом, если одновременно используются две и более графические карты, рекомендуется отключить вычисления на CPU для стабильной работы программы.
- Использование опции ускорения вычислений не рекомендуется на мобильных и интегрированных графических процессорах, в связи с их низкой производительностью.
- Устройства с поддержкой CUDA на Mac OS X могут потребовать предварительной установки драйверов CUDA с официального сайта: <http://www.nvidia.com/object/mac-driver-archive.html>.

Установка программы

Установка PhotoScan на Microsoft Windows

Для установки PhotoScan запустите файл msi и следуйте инструкциям.

Установка PhotoScan на Mac OS X

Откройте образ dmg и перенесите приложение PhotoScan в выбранный каталог жесткого диска. Не запускайте напрямую образ dmg приложения PhotoScan, так как это может привести к проблемам с активацией лицензии.

Установка PhotoScan на Debian/Ubuntu

Распакуйте архив с дистрибутивом программы. Для запуска PhotoScan выполните скрипт `photoscan.sh`, расположенный в папке с программой.

Ограничение демо-версии

После установки PhotoScan работает в демо-режиме: при каждом запуске PhotoScan предлагает ввести серийный номер для подтверждения покупки лицензии на продукт и доступа к полной функциональности.

Если Вы еще не приобретали лицензию и хотите остаться в демо-режиме - просто нажмите кнопку **Продолжить**.

Использование PhotoScan в демо-режиме не ограничено по времени, однако, некоторые функции программы будут недоступны:

- сохранение результатов работы
- экспорт результатов (вы сможете увидеть 3D модель только в окне программы PhotoScan)

Для доступа к полнофункциональной версии программы PhotoScan необходимо приобрести лицензию. При покупке продукта Вам будет предоставлен уникальный серийный номер (электронный ключ). После ввода этого серийного номера в окне регистрации, которое появляется при каждом запуске PhotoScan, и успешной активации продукта, Вам будет предоставлен доступ ко всем функциям PhotoScan.

Процедура активации

Активация PhotoScan

Для активации PhotoScan необходим электронный ключ (последовательность символов). Пред началом процедуры активации необходимо убедиться, что действительный лицензионный ключ или пробный ключ доступен.

Для активации PhotoScan

1. Откройте приложение PhotoScan, предварительно установленное на компьютер, и выберите команду **Активировать программу...** в меню **Справка**.
2. Введите лицензионный ключ в диалоговом окне **Активация программы**. Обратите внимание, что лицензионный ключ не содержит нулей, все символы "O" - буквы.
3. Если лицензионный ключ введен корректно, кнопка **ОК** станет активной - нажмите на нее для завершения процедуры активации. Если кнопка неактивна, удостоверьтесь, что используемый лицензионный ключ предназначен для активации продукта, установленного на Вашей машине: например, лицензионный ключ для Professional edition не позволит активировать Standard edition.

Глава 2. Сценарии съемки

Перед загрузкой фотографий в PhotoScan необходимо выбрать те из них, которые подходят для создания объемной модели.

PhotoScan может обрабатывать фотографии, снятые любой цифровой камерой. Тем не менее соблюдение при съемке некоторых несложных правил поможет получить более качественный результат. В данном разделе вы найдете основные принципы и рекомендации по съемке и выбору фотографий, пригодных для создания объемной модели.

ВНИМАНИЕ! Рекомендуется ознакомиться с основными правилами и ограничениями перед началом съемки.

Оборудование

- Используйте камеру с матрицей достаточно высокого разрешения (5 МПикс и более).
- Избегайте сверхширокоугольных объективов и объективов типа "рыбий глаз". Наилучшие результаты могут быть получены при помощи объективов с фокусным расстоянием 50 мм (в 35 мм пленочном эквиваленте). Рекомендуемые рамки изменения фокусного расстояния объективов от 20 до 80 мм (в 35 мм пленочном эквиваленте). Если съемка производилась камерой с объективом "рыбий глаз", необходимо перед началом обработки задать соответствующий тип камеры в настройках калибровки камеры PhotoScan.
- Рекомендуется использовать объективы с фиксированным фокусным расстоянием. При использовании объективов с переменным фокусным расстоянием, для получения более стабильных результатов, необходимо зафиксировать одно из крайних значений фокусного расстояния (максимальное или минимальное) на весь период съемки.

Настройки камеры

- Предпочтительно использование RAW данных, сконвертированных без потерь в формат TIFF, так как сжатие изображения до формата JPG увеличивает количество нежелательных шумов.
- Рекомендуется снимать фотографии с максимально возможным разрешением.
- Необходимо установить минимально возможное значение ISO, чтобы избежать дополнительного шума, характерного для фотографий с высоким ISO.
- Рекомендуется осуществлять съемку при минимально возможном размере диафрагмы для достижения максимальной глубины резкости, так как важным фактором является резкость изображения.
- Избегайте размытия изображений при съемке движущейся камерой и съемке с длинной выдержкой.

Основные правила

- Фотографии должны иметь достаточно высокое разрешение (5 МПикс и более).

- Широкоугольные объективы дают больше информации, чем телеобъективы; полученные с их помощью фотографии лучше подходят для нахождения соответствий между объектами на разных кадрах.
- Планируйте сценарии съемки заранее.
- При съемке избегайте плоских нетекстурированных, отражающих и прозрачных объектов.
- Избегайте попадания в кадр нежелательных объектов на переднем плане. По возможности не допускайте изменения взаимного расположения объектов в процессе съемки.
- Снимайте блестящие объекты в облачную погоду.
- Делайте снимки с большим перекрытием.
- Наиболее важные детали рекомендуется снимать с 3 и более ракурсов.
- Для привязки восстановленной трехмерной модели в относительной системе координат, необходимо запомнить или разместить в пределах сцены наземные маркеры, по которым будет построена относительная система координат и восстановлен масштаб. Измеряйте относительные расстояния.
- Перед съемкой изучите приведенные ниже схемы и прочтите ограничения корректной работы программы.

Обработка фотографий

- PhotoScan использует только исходные изображения. Не допускается предварительно изменять размер или геометрию кадров (поворачивать, кадрировать и т.д.).

Сценарии съемки

Рекомендуется заранее спланировать сценарий съемки.

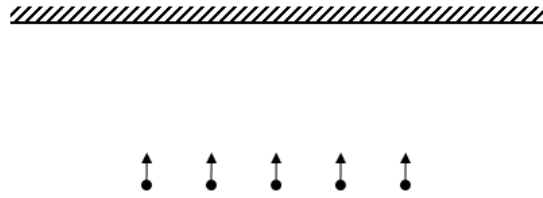
- Избыток фотографий предпочтительнее, чем их недостаточное количество.
- Количество "слепых зон" должно быть сведено к минимуму, так как PhotoScan может реконструировать только те точки сцены, которые видны как минимум на двух кадрах.
- Необходимо эффективно использовать пространство кадра: снимаемый объект должен занимать наибольшую часть кадра. В некоторых случаях оптимальна портретная ориентация кадра.
- Допускается съемка объекта по частям, при условии достаточного перекрытия кадров. Не обязательно помещать объект целиком в каждый кадр.
- Применение хорошего освещения увеличит качество результата съемки. Однако необходимо избегать бликов. Источники освещения рекомендуется располагать за пределами кадра. Старайтесь не использовать вспышку.

Ниже приведены примеры сценариев съемки:

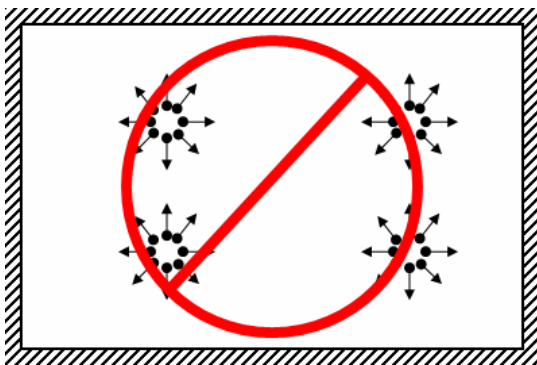
Плоский объект (Неправильно)



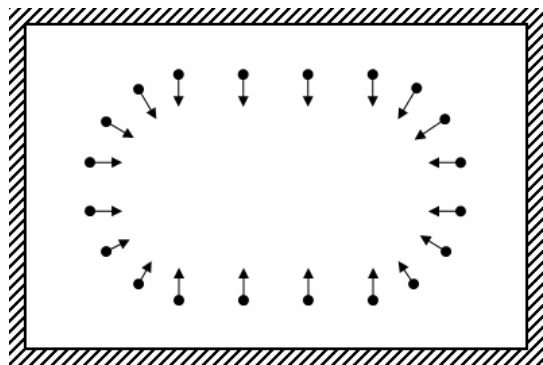
Плоский объект (Правильно)



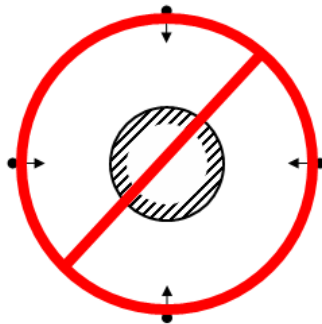
Интерьер (Неправильно)



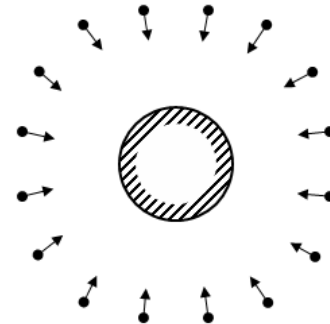
Интерьер (Правильно)



Изолированный объект (Неправильно)



Изолированный объект (Правильно)



Ограничения

Для некоторых наборов данных реконструкция 3D модели невозможна. Ниже приведены наиболее распространенные причины, по которым те или иные фотографии не подходят для восстановления трехмерной модели.

Редактирование фотографий

В PhotoScan следует использовать только оригинальные изображения в том виде, в котором они получены на цифровую фотокамеру. Использование фотографий, для

которых были произведены геометрические трансформации или кадрирование, скорее всего приведет к отрицательному или крайне неточному результату. Заметим, что фотометрические модификации не влияют на результаты реконструкции.

Отсутствие EXIF данных

PhotoScan использует данные EXIF для расчета исходного фокусного расстояния и размера пикселя сенсора фотоаппарата. Достоверные данные EXIF, таким образом, необходимы для точной автоматической калибровки камеры и, соответственно, для получения корректных результатов 3D реконструкции. Тем не менее, реконструкция трехмерной модели возможна и при отсутствии данных EXIF. В этом случае PhotoScan руководствуется предположением, что фокусное расстояние для всех снимков составляет 50 мм (в эквиваленте 35 мм пленки). Если фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, рекомендуется задать начальные калибровочные параметры камеры вручную, в противном случае результат обработки будет ошибочным.

Подробности о необходимых EXIF заголовках и инструкция для задания калибровочных параметров приведены в разделе [«Калибровка камеры»](#).

Дисторсия объектива

Дисторсия используемого объектива должна хорошо описываться выбранной моделью камеры. Для кадровой камеры в большинстве случаев применяется модель Брауна, используемая в PhotoScan. В то же время, для объективов с ультра-широким углом обзора и объективов типа «рыбий глаз» необходимо выбрать корректный тип камеры в диалоге Калибровка камеры перед началом обработки.

Калибровка объектива

PhotoScan предлагает дополнительный инструмент автоматической калибровки объектива. Калибровочное изображение в виде шахматной доски может быть выведено на дисплей, либо распечатано. При печати необходимо следить за тем, чтобы клетки были квадратными. Перед съемкой распечатанное изображение располагают на плоской поверхности (например, на столе). Процедура калибровки объектива позволяет рассчитать полную калибровочную матрицу, включая коэффициенты тангенциальной дисторсии.

Примечание

- Поскольку PhotoScan рассчитывает параметры калибровки автоматически на этапе выравнивания фотографий, процедура калибровки объектива не является обязательной и в большинстве случаев может быть пропущена. При нестабильности результатов выравнивания (что может быть связано, например, с недостаточным количеством соответствий на фотографиях), рекомендуется выполнить калибровку объектива.

Следующие параметры калибровки могут быть уточнены:

f
фокусное расстояние (в пикселях).

cx, cy
координаты главной точки, т. е. координаты пересечения оптической оси объектива с плоскостью сенсора.

b1, b2

коэффициенты аффинитета (Affinity) и скоса (Skew, коэффициент неортогональности)

k1, k2, k3, k4

коэффициенты радиальной дисторсии.

p1, p2, p3, p4

коэффициенты тангенциальной дисторсии.

Снимки калибровочного изображения должны быть загружены в PhotoScan перед запуском процедуры калибровки объектива.


Для получения снимков калибровочной таблицы:

1. В главном меню Инструменты, подменю Объектив выберите команду Показать калибровочную таблицу....
2. При помощи колесика мыши скорректируйте появившееся на мониторе изображение таким образом, чтобы число клеток по каждой стороне калибровочной таблицы было не меньше 10.
3. Сфотографируйте калибровочную таблицу (при помощи тех объектива и камеры, которые используются при съемке основного набора данных, и для которых необходима калибровка) слегка варьируя угол обзора. Для каждого значения фокусного расстояния (в случае, если используется объектив с переменным фокусным расстоянием) необходимо сделать минимум 3 (три) снимка.
4. При калибровке зум-объектива (объектива с переменным фокусным расстоянием) - повторите шаг 3 для разных значений фокусного расстояния.
5. Для выхода из окна отображения калибровочной таблицы и возвращения в окно программы нажмите кнопку **Escape** на клавиатуре или кликните левой клавишей мыши в любом месте.
6. Загрузите полученные фотографии на компьютер.

При съемке калибровочной таблицы:

- Удостоверьтесь, что фокусное расстояние неизменно для каждой серии снимков (в случае использования объектива с переменным фокусным расстоянием).
- Избегайте бликов. При необходимости отодвиньте источник света от монитора.
- Располагайте камеру таким образом, чтобы калибровочная таблица занимала все пространство снимка.

Для загрузки фотографий калибровочной таблицы в PhotoScan:

1. Создайте новый блок, нажав кнопку  Добавить блок на вкладке Проект, или выберите пункт Добавить блок из контекстного меню корневого элемента на вкладке Проект. Больше информации о работе с блоками доступно в разделе [«Использование блоков»](#).
2. Выберите команду Добавить фотографии... в меню Обработка.
3. В появившемся диалоговом окне укажите путь к папке с фотографиями и выберите изображения для загрузки. Нажмите кнопку Открыть.

4. Загруженные изображения доступны на вкладке Фотографии.

Примечание

- Изображение может быть открыто для просмотра. Для этого необходимо дважды кликнуть левой клавишей мыши по соответствующей миниатюре на вкладке Фотографии. Для точной калибровки объектива удостоверьтесь, что фотографии четкие, а границы клеточек калибровочного изображения резкие.
- Лишние изображения могут быть удалены в любой момент.
- Перед калибровкой ультра-широкоугольного объектива или объектива рыбий глаз рекомендуется выбрать соответствующий Тип камеры в диалоге Калибровка камеры..., доступном из меню Инструменты. Дополнительная информация о настройке параметров калибровки камеры доступна в разделе [«Калибровка камеры»](#).

Для калибровки объектива

1. Выберите команду Откалибровать объектив... в подменю Объектив главного меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Калибровка объектива выберите необходимые параметры калибровки и нажмите кнопку ОК.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку нажмите кнопку Отмена.
4. Результаты калибровки будут отображаться на вкладке Уточненная диалогового окна Калибровка камеры..., доступного из меню Инструменты. Рассчитанные значения могут быть сохранены в файле, для этого необходимо нажать кнопку Сохранить и выбрать место на диске для записи файла. Сохраненные параметры калибровки могут быть в дальнейшем использованы в других блоках и/или проектах, содержащих фотографии сделанные теми же камерой и объективом.

Примечание

- После того как параметры калибровки для объектива сохранены, можно приступить к обработке исходных данных по проекту в отдельном блоке. Чтобы избежать пересчета данных калибровки на этапе выравнивания фотографий в основном блоке, необходимо для рабочего блока выбрать опцию Зафиксировать калибровку на вкладке Начальная окна Калибровка камеры....

Следующие данные доступны пользователю по окончании процедуры калибровки:

Выявленные углы клеток калибровочной таблицы отображаются на каждой фотографии (фотография открывается двойным щелчком по соответствующей миниатюре на вкладке Фотографии). Предпочтительно, чтобы большинство углов определялось корректно. Для каждого угла также отображается ошибка репроецирования, то есть разница между его положением, определенным на фотографии, и положением, рассчитанным в соответствии с параметрами калибровки. Для удобства визуализации ошибки показаны с 20-ти кратным увеличением.

Глава 3. Схема работы

Обработка изображений с помощью PhotoScan включает следующие основные шаги:

- загрузка фотографий в PhotoScan;
- обзор загруженных изображений и удаление ненужных кадров;
- выравнивание фотографий;
- построение плотного облака точек;
- построение трехмерной полигональной модели;
- текстурирование объекта;
- экспорт результатов.

При использовании полной версии PhotoScan (не в демо-режиме) промежуточные результаты могут быть сохранены на любой стадии в виде файла-проекта PhotoScan для последующего использования. Концепция файлов-проектов и файлов-архивов коротко объясняется в секции [«Сохранение промежуточных результатов»](#).

Приведенный выше список содержит все шаги, необходимые для построения текстурированной 3D модели по набору фотографий. Некоторые дополнительные инструменты, которые могут оказаться полезными при решении конкретных задач, описаны в последующих главах настоящего руководства.

Настройка программы

Перед началом работы рекомендуется настроить PhotoScan в соответствии с решаемыми задачами. Для этого в меню Инструменты выберите пункт Настройки. На вкладке Основные появившегося диалогового окна Вы можете указать путь к файлу, в который будет записан журнал работы программы PhotoScan. Этот журнал может быть направлен в службу поддержки Agisoft в случае возникновения каких-либо проблем в процессе работы программы. Также на вкладке Основные выберите язык интерфейса из доступных вариантов: Английский, Испанский, Итальянский, Китайский, Корейский, Немецкий, Португальский, Русский, Французский, Японский. Выберите Светлую, Темную или Классическую (по умолчанию) тему отображения интерфейса программы. И настройте предпочтительные Быстрые клавиши.

Необходимо убедиться, что все обнаруженные программой графические карты (GPU), отмечены галочкой на вкладке GPU. PhotoScan использует вычислительные мощности видеокарты, что значительно ускоряет процесс обработки. Компания Agisoft не рекомендует использовать интегрированные графические карты, так как их работа может оказаться нестабильной при большой загрузке. При использовании двух и более графических карт для ускорения обработки в PhotoScan, рекомендуется отключить опцию "Использовать CPU для обработки совместно с GPU".

На вкладке Дополнительно пользователь может подключить некоторые дополнительные функции. Например, возможность загрузки мета-данных камеры из XMP файла (калибровочные коэффициенты камер).


Для тестирования нового метода построения полигональной модели (на этапе Построить Модель), необходимо подключить соответствующую функцию на вкладке Дополнительно.

Здесь же, на вкладке Дополнительно, рекомендуется подключить функцию Сохранять карты глубины, которая позволяет также экономить время в случае, если необходимо построить плотное облако точек для фрагмента проекта (при условии, что плотное облако было сперва построено для всего проекта целиком).

Загрузка фотографий

Перед началом работы необходимо определить, какие фотографии будут использоваться в качестве исходных для трехмерной реконструкции. Сами фотографии не загружаются в PhotoScan до тех пор, пока они не потребуются для процесса обработки, то есть пользователь, нажимая "добавить фотографии", только отмечает те фотографии, которые будут использоваться в дальнейшем.

Для загрузки набора фотографий


1. Выберите пункт Добавить фотографии в меню Обработка (или нажмите кнопку  Добавить фотографии на панели Проект).
2. В появившемся диалоговом окне выберите нужную папку с фотографиями и укажите конкретные файлы. Нажмите кнопку Открыть.
3. Выбранные фотографии появятся на панели Проект.

Примечание

- PhotoScan поддерживает следующие форматы фотографий: JPEG, TIFF, DNG, PNG, OpenEXR, BMP, TARGA, PPM, PGM, SEQ, ARA (тепловые изображения) и JPEG Multi-Picture Format (MPO). Фотографии других форматов не будут видны в диалоговом окне добавления фотографий. Такие фотографии необходимо предварительно конвертировать в один из поддерживаемых форматов.

Лишние загруженные фотографии, могут быть удалены в любой момент.

Для удаления лишних фотографий

1. Выберите фотографии, которые необходимо удалить, на панели Проект.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по выбранным для удаления фотографиям и выберите в контекстном меню пункт Удалить фотографии или нажмите кнопку  Удалить элементы на панели Проект. Выбранные фотографии будут удалены из рабочего набора.

Группы камер

В случае если все фотографии или часть фотографий сняты с одной позиции камеры, для корректной обработки в PhotoScan необходимо выделить такие фотографии в отдельную группу камер и задать тип группы Станция. Важно, чтобы для всех фотографий в группе Станция расстояния между центрами фотографирования были пренебрежимо малы в сравнении с минимальным расстоянием от камеры до объекта съемки. Для восстановления 3D модели необходимо наличие в одном блоке по крайней мере двух станций, содержащих перекрывающиеся наборы фотографий. При этом для экспорта панорамы достаточно набора фотографий, снятых одной камерой-станцией. Подробнее об экспорте панорам см. раздел [«Экспорт результатов»](#).

Разбиение камер на группы также можно применять для облегчения работы с данными в блоке, например, применяя/отменяя функции сразу для всех камер в группе.

Для того чтобы поместить фотографии в группу необходимо

1. Выделить фотографии для добавления в группу на вкладке Проект (или на вкладке Фотографии).
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши по выбранным фотографиям и выбрать в контекстном меню пункт Переместить камеры - Новая группа.
3. В активном блоке появится новая группа, и выделенные фотографии будут перемещены в эту группу.
4. Также можно переместить выделенные фотографии в группу камер, созданную ранее, для этого необходимо выбрать в контекстном меню пункт Переместить камеры - Группы - Группа_имя.

Для присвоения группе типа Станция необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на имени группы и выбрать в контекстном меню пункт Тип группы.

Проверка загруженных фотографий

Загруженные фотографии отображаются в рабочем окне программы вместе с флагами статуса.

Возможные статусы фотографий:

НС (Нет калибровки)

Не найдены EXIF данные, по которым можно оценить фокусное расстояние снимка. В этом случае PhotoScan предполагает, что соответствующая фотография была сделана объективом с фокусным расстоянием 50 мм (в эквиваленте 35 мм пленки). Если реальное фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, необходимо провести калибровку камеры вручную. Подробная инструкция о ручной калибровке камеры приведена в разделе [«Калибровка камеры»](#).

НА (Не выровнена)

Параметры внешнего ориентирования для данной фотографии ещё не были получены.

Загруженные в PhotoScan фотографии останутся не выровненными до тех пор, пока не будет выполнен следующий шаг – выравнивание фотографий.



Уведомляет, что группе камер присвоен тип Станция.

Выравнивание фотографий

После того как фотографии были загружены в PhotoScan, необходимо определить положение и ориентацию камеры для каждого кадра и построить разреженное облако точек. Эти операции выполняются в PhotoScan на этапе выравнивания.

Для выравнивания набора фотографий

1. Выберите пункт Выровнять фотографии... в меню Обработка.

2. В появившемся диалоговом окне выберите предпочтительные параметры выравнивания. Нажмите ОК, когда выбор сделан.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

По окончании процедуры выравнивания в окне программы будут доступны для просмотра положения камер и разреженное облако точек. В случае если обзор результата выявил неправильное позиционирование одной или нескольких камер, выравнивание для таких камер может быть сброшено. Для просмотра соответствий между любой парой фотографий выберите пункт Просмотр соответствий... в контекстном меню фотографии на вкладке Фотографии.

Положения неправильно выровненных камер может быть пересчитано.


Для выравнивания поднабора фотографий

1. Сбросить выравнивание для неправильно позиционированных камер, используя команду Сбросить выравнивание в контекстном меню камеры.
2. Выберите фотографии, которые необходимо выровнять, и используйте команду Выровнять камеры в контекстном меню фотографий.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

При необходимости облако точек вместе с рассчитанными позициями камер может быть экспортировано для обработки в стороннем 3D редакторе.


Качество фотографий

Фотографии плохого качества могут негативно повлиять на результат выравнивания. Для отбора качественных изображений PhotoScan предлагает функцию автоматической оценки качества фотографий. Изображения с параметром качества менее 0.5 рекомендуется заблокировать и таким образом исключить из обработки, при условии, что оставшиеся фотографии полностью покрывают пространство реконструируемой сцены.

Для блокировки фотографии используйте кнопку  Блокировать камеры в строке меню на вкладке Фотографии.

Оценка качества фотографий в PhotoScan основана на сравнении параметра четкости конкретного изображения с соответствующим параметром для других фотографий в наборе. Значение параметра рассчитывается на основании уровня четкости наиболее резкого участка изображения.

Для оценки качества фотографии

1. Переключитесь в режим просмотра  Детальный, доступный из меню Изменить на панели Фотографии.
2. На панели Фотографии выберите все кадры, которые необходимо проанализировать.
3. Выберите пункт Оценить качество изображений в контекстном меню фотографий.
4. После завершения процедуры оценки, параметр качества отобразится в столбце Качество на панели Фотографии.

Параметры выравнивания

Следующие параметры выравнивания контролируют процедуру выравнивания фотографий и могут быть изменены в диалоговом окне Выровнять фотографии:

Точность

Высокая точность позволяет получить наиболее достоверное положение камеры, тогда как низкая точность может быть использована для грубого расчета положения камеры в кратчайшее время.

При значении параметра точности Высокая, программа использует в расчетах изображения исходного размера, для Средней точности размер исходных изображений уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра). Низкая точность означает уменьшение исходных изображений еще в 4 раза. При значении параметра точности Очень высокая, программа использует в расчетах изображения увеличенные в 4 раза. Так как связующие точки определяются из соответствий, найденных на исходных изображениях, в некоторых случаях для точной локализации связующих точек может быть необходимо увеличить изображение. Выравнивание камер при значении параметра точности Очень высокая рекомендовано только для очень резких фотографий и в основном для исследовательских целей, так как требует большего времени.

Преселекция пар

Процесс выравнивания больших наборов фотографий может занимать значительное время, которое по-большой части расходуется на поиск соответствий между найденными на разных фотографиях особенностями. Преселекция пар может ускорить процесс.

В режиме Общая преселекция выбор пар осуществляется путем предварительного отбора с низкой точностью поиска соответствий.

Сбросить текущее выравнивание

При выборе данной опции данные обо всех обнаруженных характерных точках, проекциях и соответствиях отбрасываются и процедура выравнивания будет запущена заново.

Также возможна настройка следующих дополнительных параметров.

Максимальное количество точек

Максимальный предел количества характерных точек (особенностей) на каждой фотографии, принимаемых в расчет на текущей стадии обработки. При использовании нулевого значения PhotoScan находит максимально возможное количество характерных точек, что может привести к появлению большого числа ненадежных точек.

Максимальное количество проекций

Максимальный предел количества соответствий на каждой фотографии. Использование нулевого значения означает отсутствие фильтрации по данному параметру.

Маскировать

Если выбрана опция Маскировать характерные точки, процедура поиска особенностей производится только для участков на фотографиях, которые не закрыты масками. Опция Маскировать связующие точки означает, что связующие точки не учитываются

при выравнивании фотографий. Иными словами, если область закрыта маской хотя бы на одной фотографии в наборе, характерные точки на других фотографиях, включающих эту область, не будут учитываться при выравнивании, а следовательно и соответствующие связующие точки также не будут учитываться при выравнивании. Это может оказаться полезным в случае съемки объекта с использованием поворотного столика: можно исключить весь фон, закрыв его маской только на одной фотографии. Дополнительная информация об использовании масок находится в разделе [«Использование масок»](#).

Адаптивное уточнение модели камеры

Данная опция позволяет автоматически уточнять значения параметров камеры, в зависимости от оценки их надежности. Для наборов данных с надежной геометрией кадра (например, фотографии здания, снятые по всему периметру и с различных уровней съемки) функция позволяет уточнить большее число параметров камеры при первоначальном выравнивании. Напротив, для наборов данных с ненадежной геометрией (например, фотографии снятые камерой, закрепленной на БПЛА) данная функция позволяет избежать значительного расхождения некоторых параметров. Например, определение параметров радиальной дисторсии для наборов данных, где фотографируемый объект занимает только малую центральную часть кадра, чрезвычайно ненадежно. При отключении данной функции PhotoScan уточняет только фиксированный набор параметров: фокусное расстояние, положение главной точки, три коэффициента радиальной дисторсии (K1, K2, K3) и два коэффициента тангенциальной дисторсии (P1, P2).



Примечание

- Параметр Максимальное количество проекций позволяет оптимизировать производительность на этапе выравнивания фотографий и, в большинстве случаев, не влияет на качество результирующей модели. Рекомендуемое значение 4000. Слишком высокое или слишком низкое значение параметра может привести к потере некоторых частей плотного облака точек. PhotoScan рассчитывает карты глубины только для пар фотографий, для которых количество соответствий выше определенного предела. Этот предел равняется 100 соответствиям или 10% от максимального числа соответствий между данной фотографией и другими фотографиями проекта (если таких соответствий больше 4000). В расчет принимаются только соответствия для точек внутри области реконструкции.
- Число соответствий может быть сокращено по завершении процедуры выравнивания при помощи команды Связующие точки - Проредить связующие точки в меню Инструменты. Эта операция приведет к уменьшению количества точек в разреженном облаке, тогда как результаты выравнивания останутся неизменными.

Добавление новых фотографий в выровненный набор

При необходимости добавить некоторое количество фотографий к уже выровненному набору, может быть использована опция дополнительного выравнивания. При этом необходимо соблюдение двух условий: 1) параметры сцены (такие как освещенность и др.) не изменялись существенно; 2) ДО НАЧАЛА ОБРАБОТКИ была включена функция Сохранять особые точки, размещенная на вкладке Дополнительно диалогового окна Настройки PhotoScan, доступного из меню Инструменты.

Для выравнивания дополнительных изображений и добавления их к блоку предварительно выровненных фотографий

1. Добавьте новые фотографии в активный блок, используя команду Добавить фотографии в меню Обработка.
2. В меню Обработка откройте диалог Выровнять фотографии.
3. Задайте настройки выравнивания для нового поднабора фотографий. ВАЖНО! Снимите галочку напротив команды Сбросить текущее выравнивание.
4. Нажмите ОК. В процессе выравнивания PhotoScan будет находить соответствия между уже существующими особыми точками и точками, определенными на новых изображениях.

Построение облака точек на основании импортированных данных о камере

PhotoScan поддерживает импорт параметров внешней и внутренней ориентации камеры, а также результатов калибровки. Таким образом, если для конкретного проекта доступны точные данные о камере, они могут быть загружены в PhotoScan и использованы вместе с фотографиями как исходные данные для реконструкции 3D модели.

Для импорта параметров внешней и внутренней ориентации камеры

1. Выберите команду Импорт камер из меню Инструменты.
2. Задайте формат импортируемого файла.
3. Задайте местоположение исходного файла и нажмите кнопку Открыть.
4. Данные будут загружены в проект. Параметры внутреннего ориентирования отобразятся на вкладке Уточненная диалогового окна Калибровка камеры, доступного из меню Инструменты.

Параметры камеры могут быть импортированы в следующих форматах: PhotoScan *.xml, BINGO *.dat, Bundler *.out, Autodesk FBX (*.fbx), VisionMap Detailed Report *.txt, Realviz RZML *.rzml.

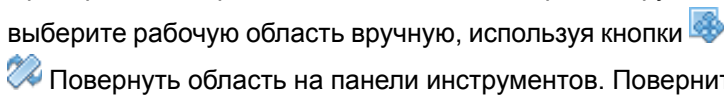

После загрузки данных, PhotoScan предлагает пользователю построить облако точек. На этом этапе производится поиск характерных точек и выявление соответствий с последующим построением Разреженного облака точек, которое представляет собой трехмерную репрезентацию данных о Связующих точках. Команда Построить облако точек доступна из меню Инструменты - Связующие точки. Параметры процедуры Построить облако точек идентичны параметрам этапа выравнивания фотографий (см. выше).

Построение плотного облака точек

PhotoScan позволяет создавать и отображать плотное облако точек. Основываясь на рассчитанных положениях камер программа вычисляет карты глубины для каждой камеры и на их основе строит плотное облако точек. PhotoScan как правило генерирует очень плотные облака точек: такие же плотные (если не плотнее) как облака точек LIDAR. Плотное облако точек может быть отредактировано при помощи PhotoScan, а также

использовано для построения полигональной модели, карты высот или тайловой модели. Наконец, плотное облако может быть экспортировано для дальнейшего анализа в других приложениях.

Для построения плотного облака точек

1. Проверьте выбор области, подлежащей реконструкции. В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки  Изменить размер области и  Повернуть область на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение.
2. Выберите пункт Построить плотное облако... в меню Обработка.
3. В диалоговом окне Построить плотное облако установите необходимые параметры реконструкции. Нажмите кнопку ОК.
4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку Отмена.

Параметры реконструкции

Качество

Устанавливает требуемое качество реконструкции. Более высокие значения позволяют получить более детальную и точную геометрию, однако требуют при этом больших ресурсов и большего времени на обработку. Параметр Качество для плотного облака точек схож с параметром Точность на этапе выравнивания фотографий. Так при выборе значения параметра Очень высокое производится обработка исходных изображений, при снижении параметра на одну ступень, размер фотографии уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне).

Кроме того, возможно использование следующих дополнительных параметров.

Режимы Фильтрации карт глубины

На стадии построения плотного облака точек PhotoScan рассчитывает карты глубины для каждого изображения. В случае, если текстура некоторых элементов сцены плохо выражена, или изображение нечетко сфокусировано, а также вследствие цифрового шума, некоторые точки могут быть неправильно позиционированы. Для фильтрации выбросов PhotoScan имеет несколько встроенных алгоритмов, которые могут применяться в зависимости от задач конкретного проекта.

Мягкая

При сложной, с многочисленными мелкими деталями на переднем плане, геометрии реконструируемой сцены, рекомендуется выбрать для параметра Фильтрация карт глубины значение Мягкая. В этом случае важные элементы сцены не будут исключены из построения. Мягкий режим фильтрации карт глубины может быть также полезен при обработке аэрофотоснимков, если область исследования содержит плохо текстурированные поверхности (например, крыши зданий).

Агрессивная

При реконструкции области без значимых мелких деталей, рекомендована к применению Агрессивная фильтрация карт глубины, чтобы исключить максимальное число ошибочно позиционированных точек. Данное значение параметра обычно рекомендовано для обработки аэрофотоснимков, однако в

некоторых проектах (см. комментарий для случая выше) может применяться Мягкая фильтрация.

Умеренная

При использовании режима фильтрации карт глубины Умеренная, параметры фильтрации устанавливаются на уровне, среднем между режимами Мягкая и Агрессивная. С настройками можно экспериментировать, в случае сомнений, какой из режимов фильтрации следует применить.

Кроме того фильтрация карт глубины может быть Отключена. Однако использование такого сценария не рекомендовано, так как он ведет к сильному увеличению "шума" в плотном облаке точек.

Рассчитывать цвета точек

Если цвета точек не представляют интереса для задач проекта, эту опцию можно отключить, чтобы уменьшить время на обработку.

Использовать текущие карты глубины

Если пользователь предполагает использовать уже содержащиеся в блоке карты глубины для построения плотного облака, в таком случае необходимо выбрать значения параметров Качество и Фильтрации карт глубины в соответствии со значениями, указанными в скобках рядом с пиктограммой карт глубины на панели Проект, а затем подключить опцию Использовать текущие карты глубины.




Импорт облака точек

PhotoScan позволяет импортировать облако точек, которое на последующих этапах обработки будет распознаваться как плотное облако точек. При необходимости загрузки облака точек, полученного в результате применения фотограмметрии в стороннем пакете, с помощью лазерного сканирования и т.д., применяется опция Импорт точек доступная в меню Файл. В диалоговом окне импорта точек необходимо указать путь к файлу в одном из поддерживаемых форматов и нажать кнопку Открыть.

Построение трехмерной полигональной модели

Для построения трехмерной полигональной модели

1. Проверьте выбор области, подлежащей реконструкции.

В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки  Изменить размер области,  Переместить область и  Повернуть область на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение. Модель будет построена только для фрагмента сцены внутри рабочей области. Для типа объекта Карта высот красная грань параллелепипеда будет определять плоскость реконструкции. В этом случае необходимо убедиться, что параллелепипед, ограничивающий рабочую область, правильно ориентирован в пространстве.

2. Выберите пункт Построить модель... в меню Обработка.
3. В диалоговом окне Построить модель установите необходимые параметры реконструкции. Нажмите кнопку ОК.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку Отмена.

Параметры реконструкции

PhotoScan поддерживает несколько методов восстановления трехмерной полигональной модели и предоставляет ряд настроек, позволяющих выполнить оптимальную реконструкцию для конкретного набора фотографий.

Тип поверхности

Произвольный тип поверхности может быть использован для моделирования объектов любого вида. Этот тип следует выбирать для реконструкции замкнутых поверхностей, таких как статуи, здания и т. д. Соответствующие методы реконструкции не подразумевают никаких ограничений типов моделируемых объектов, что достигается за счет использования большего количества ресурсов памяти.

Методы, определяемые типом поверхности Карта высот, оптимизированы для моделирования плоских поверхностей, таких как ландшафт или барельефы. Этот тип объекта следует выбирать при обработке результатов аэрофотосъемки, поскольку соответствующие методы требуют меньшего количества ресурсов памяти, и следовательно позволяют обрабатывать большее число изображений.

Исходные данные

Данный параметр определяет источник данных для построения трехмерной полигональной модели. Значение параметра Разреженное облако может быть использовано для быстрого создания полигональной модели на основании только разреженного облака точек. Настройка параметра Плотное облако позволит построить полигональную модель высокого качества, основываясь на заранее восстановленном плотном облаке точек, однако время обработки увеличится.

Количество полигонов

Устанавливает максимальное число полигонов в итоговой трехмерной полигональной модели. Предложенные значения для параметра (Высокое, Среднее, Низкое) рассчитаны на основании числа точек в предварительно созданном плотном облаке: отношение равно 1/5, 1/15, и 1/45 соответственно. Эти значения отражают оптимальное количество полигонов для модели соответствующей детализации. Пользователь может самостоятельно задать желаемое число полигонов в итоговой модели (Пользовательское значение параметра). Обратите внимание, что слишком маленькое число полигонов ведет к построению грубой модели, тогда как слишком большое их число (более 10 миллионов полигонов) скорее всего создаст сложности при визуализации модели во внешних программах.

Кроме того, возможна настройка следующих дополнительных параметров.

Интерполяция

Режим интерполяции Отключена подразумевает точную реконструкцию, так как только области заданные в плотном облаке точек будут восстановлены. Обычно этот режим требует заполнения отверстий вручную на стадии постобработки.

При выбранном режиме интерполяции Включена (по умолчанию), PhotoScan интерполирует информацию о каждой точке плотного облака на поверхность круга определенного радиуса. Таким образом некоторые отверстия могут быть

заполнены автоматически, а оставшиеся отверстия потребуют заполнения на стадии постобработки.

В режиме Экстраполированная PhotoScan создает полигональную модель без отверстий с экстраполированной геометрией. Данный режим допускает генерирование больших дополнительных областей, однако они могут быть легко удалены вручную.



Примечание

- PhotoScan, как правило, реконструирует геометрию модели с высоким и очень высоким разрешением. Поэтому рекомендуется уменьшить число полигонов после расчета геометрии. Более подробная информация об оптимизации модели и других инструментах работы с геометрией трехмерной модели представлена в разделе [«Редактирование геометрии модели»](#).




Метод построения модели с учётом видимости

В дополнение к методу, описанному выше, PhotoScan позволяет создавать полигональную модель на основании карт глубины, пропуская построение плотного облака точек. Метод построения модели с учётом видимости является экспериментальным. Он ориентирован на заполнение отверстий и удаление большей части шума с трехмерной поверхности за счет фильтрации, при этом должно соблюдаться следующее условие: отрезки, соединяющие центр фотографирования и точки на поверхности, не должны пересекать поверхность. Дополнительно, используя маски строгого ограничения видимости, можно запретить построение поверхности внутри какой-либо области. Строгие пространственные маски могут быть использованы, например, чтобы избежать построения лишних полигонов (шум) в пространстве между пальцами (при построении 3D модели человека), для этого маской закрывается область между пальцами на одной из фотографий набора. Также маской рекомендуется закрыть нетекстурированный фон на одной из фотографий, это позволит избежать эффекта "прилипания фона" к контурам объекта.

Для построения модели с использованием экспериментального метода

1. Откройте диалоговое окно Настройки, доступное из меню Инструменты. На вкладке Дополнительно выберите опцию Использовать метод построения модели с учётом видимости (экспериментальный).

2. Проверьте выбор области, подлежащей реконструкции.

В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки  Изменить размер области,  Переместить область и  Повернуть область на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение. Модель будет построена только для фрагмента сцены внутри рабочей области. Для типа объекта Карта высот красная грань параллелепипеда будет определять плоскость реконструкции. В этом случае необходимо убедиться, что параллелепипед, ограничивающий рабочую область, правильно ориентирован в пространстве.

3. Выберите пункт Построить модель... в меню Обработка.
4. В диалоговом окне Построить модель установите необходимые параметры реконструкции. Нажмите кнопку ОК.

5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку Отмена.

Параметры реконструкции

PhotoScan предоставляет ряд настроек, позволяющих выполнить оптимальную реконструкцию для конкретного набора фотографий.

Тип поверхности

Произвольный тип поверхности может быть использован для моделирования объектов любого вида. Этот тип следует выбирать для реконструкции замкнутых поверхностей, таких как статуи, здания и т. д. Соответствующие методы реконструкции не подразумевают никаких ограничений на тип моделируемого объекта, что достигается за счет использования большего количества ресурсов памяти.

Метод построения модели с учётом видимости применим только для поверхностей 3D. Для типа поверхности Карта высот (2.5D) будет запущен обычный алгоритм построения модели, параметры для которого описаны в начале раздела. Ниже приводится описание для параметров построения 3D модели экспериментальным методом.

Качество

Более высокие настройки параметра Качество позволяют достичь большей детализации и точности построения геометрии, но требуют большего времени на обработку. Данный параметр схож с параметром Точность на этапе выравнивания фотографий. Единственное различие состоит в том, что программа использует в расчетах изображения исходного размера при значении параметра Очень высокое, а для каждой последующей ступени размер исходных изображений уменьшается в 4 раза (в 2 раза по каждой стороне кадра).

Кроме того, возможно использование следующих дополнительных параметров.

Использовать строгие пространственные маски

При активации данной опции, часть пространства, закрытая маской хотя бы на одной фотографии, не будет учтена при построении модели. Поскольку все маски являются строгими, рекомендуется ограничить их применение. Каждая маска также замедляет процесс реконструкции. Использование меньшего числа масок снижает вероятность сокращения объема данных до значений, препятствующих успешной реконструкции каких-либо частей модели. В некоторых рабочих сценариях, однако, применение масок рекомендовано, например, строгие пространственные маски позволяют избежать шума в пространстве между пальцами (как было описано выше), для чего достаточно закрыть маской соответствующую область на одном изображении в наборе. Также маской рекомендуется закрыть нетекстурированный фон на одной из фотографий. Больше информации о применении масок доступно в разделе [«Использование масок»](#).

Использовать текущие карты глубины

Если пользователь предполагает использовать уже содержащиеся в блоке карты глубины для построения плотного облака, в таком случае необходимо выбрать значения параметров Качество и Фильтрации карт глубины в соответствии со значениями, указанными в скобках рядом с пиктограммой карт глубины на панели Проект, а затем подключить опцию Использовать текущие карты глубины. Опция доступна только для режима фильтрации карт глубины Мягкая

Построение текстуры модели

Коррекция цветов

Функция цветокоррекции помогает выровнять на кадрах яркость и баланс белого. Это может быть необходимо, если в процессе съемки условия освещения менялись в широких пределах. Коррекция цветов производится перед построением текстуры. Обратите внимание, что для больших наборов процедура может занять существенное время.

Для того, чтобы скорректировать цвета

1. Выберите команду Коррекция цветов... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Коррекция цветов выберите значения параметров и нажмите ОК.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Параметры цветокоррекции

Исходные данные

Этот параметр определяет на основании каких данных будет проводиться коррекция. Разреженное облако - самая быстрая, но грубая оценка.

Модель - дает более точные результаты, но только при условии высокой степени детализации поверхности. Рекомендуется использовать, если конечной целью корректировки цветов является улучшение качества текстуры модели.

Карта высот - может быть использована для больших наборов данных или других случаев, для которых не планируется создание полигональной модели.

Калибровка баланса белого

Дополнительная опция, позволяющая также выровнять баланс белого, если это необходимо.

Для построения текстуры 3D модели

1. Выберите пункт Построить текстуру в меню Обработка.
2. Выберите параметры построения текстуры в диалоговом окне Построить текстуру. Нажмите кнопку ОК.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Режимы параметризации текстуры

Режим наложения текстуры определяет, каким образом текстура объекта будет храниться в текстурном атласе. Выбор подходящего режима помогает получить оптимальный вид хранения текстуры, что ведет к улучшению качества визуализации итоговой модели.

Общий

Режим параметризации Общий является режимом по умолчанию и позволяет произвести параметризацию текстурного атласа для произвольной геометрии. В

этом случае PhotoScan не делает никаких предположений относительно типа обрабатываемой сцены и старается создать настолько равномерную текстуру, насколько это возможно.

Адаптивный ортофото

В режиме параметризации Адаптивный ортофото поверхность объекта разделяется на плоскую часть и вертикальные области. Плоская часть поверхности текстурируется с использованием ортографической проекции, в то время как вертикальные области текстурируются отдельно, что способствует точному отображению текстуры в этих областях. Данный режим позволяет получать более компактные текстуры для сцен близких к плоским, сохраняя при этом хорошее качество текстуры для вертикальных поверхностей (например, для стен зданий).

Ортофото

В режиме Ортофото вся поверхность объекта текстурируется в ортографической проекции. Данный режим позволяет получить еще более компактное представление текстуры, чем режим Адаптивный ортофото, однако при этом сильно занижается качество текстуры для вертикальных областей.

Сферический

Сферический режим параметризации подходит только для определенного класса объектов, которые имеют шарообразную форму. Позволяет осуществлять экспорт непрерывного текстурного атласа для этого типа объектов, что значительно упрощает последующую работу. При экспорте текстур в сферическом режиме важно правильно задать рабочую область. Модель должна быть целиком расположена в пределах параллелепипеда, ограничивающего рабочую область. Красная грань параллелепипеда определяет ось сферической проекции и должна располагаться под моделью. Отметки на передней грани параллелепипеда определяют нулевой меридиан.

Отдельное фото

Режим Отдельное фото позволяет создавать текстуру из отдельной фотографии. Фотография, которая будет использоваться для текстурирования, может быть выбрана из списка в поле Текстурировать из.

Текущая параметризация

Данный режим использует текущую параметризацию модели для создания текстурного атласа. Может использоваться для пересчета текстурного атласа с другим разрешением или для создания текстуры модели, параметризованной в стороннем приложении.

Параметры построения текстуры

Следующие параметры контролируют различные аспекты генерации текстурного атласа:

Текстурировать из (только для режима параметризации Отдельное фото)

Позволяет указать фотографию, которая будет использована для текстурирования. Применяется только в режиме параметризации текстуры Отдельное фото.

Режим смешивания (не используется в режиме Отдельное фото)

Устанавливает принцип, по которому значения точек из разных фотографий смешиваются между собой в итоговой текстуре.

Мозаика - использует поэтапное смешивание: смешивает низкочастотные компоненты на перекрывающихся кадрах, чтобы избежать проблем по линиям реза (используется

средневзвешенное значение, зависящее от ряда параметров, в том числе от положения рассматриваемого пикселя относительно центра кадра), в то время как высокочастотные компоненты, ответственные за детали текстуры, берутся с изображения, представляющего интересующую область в хорошем разрешении (при этом плоскость кадра максимально близка к параллельной относительно поверхности в данной области).

Усреднение - использует среднее значение по всем точкам из отдельных фотографий.

Макс. яркость - выбирается фотография с максимальной яркостью в соответствующей точке.

Мин. яркость - выбирается фотография с минимальной яркостью в соответствующей точке.

Поскольку режимы минимальной и максимальной яркости не используют усреднения значений в точках по нескольким фотографиям, они могут быть использованы для улучшения четкости и качества итоговой текстуры.

Отключен - фотография для определения цвета пикселя выбирается таким же образом, как и при смешивании высокочастотных компонент в режиме Мозаика.

Размер и количество текстур

Позволяет задать размер (высоту и ширину) текстурного атласа в пикселях и число экспортируемых файлов текстуры. Разбиение текстуры модели при экспорте на несколько файлов позволяет обойти ограничение объема данных, связанное с размером оперативной памяти (RAM), не снижая при этом разрешение текстуры.

Также возможна настройка следующих дополнительных параметров.

Включить заполнение отверстий

Данная функция активируется по умолчанию, что помогает избежать диспергирования текстуры, например, в местах затенения реконструируемой поверхности модели многочисленными мелкими деталями сцены. Отключать данную функцию рекомендуется только при решении узкоспециальных задач.


Включить фильтрацию шумов

Позволяет избежать появления на текстуре образов объектов (тонких структур, двигающихся частей), которые не были восстановлены при создании полигональной модели.

Примечание


- Текстура в формате HDR может быть создана только на основе HDR фотографий.

Повышение качества текстуры

Перед построением текстуры, для повышения ее качества, рекомендуется заблокировать изображения с параметром качества менее 0.5. Для блокировки фотографии используйте кнопку  Блокировать камеры в строке меню на вкладке Фотографии.

Оценка качества фотографии в PhotoScan основана на сравнении параметра четкости конкретного изображения с соответствующим параметром для других фотографий в наборе. Значение параметра рассчитывается на основании уровня четкости наиболее резкого участка изображения.

Для оценки качества фотографии

1. Переключитесь в режим просмотра  Детальный, доступный из меню Изменить на панели Фотографии.
2. На панели Фотографии выберите все кадры, которые необходимо проанализировать.
3. Выберите пункт Оценить качество изображений в контекстном меню фотографий.
4. После завершения процедуры оценки, параметр качества отобразится в столбце Качество на панели Фотографии.

Сохранение промежуточных результатов

Некоторые стадии реконструкции трехмерной модели могут занимать длительное время, а полная последовательность действий, при создании модели из сотен фотографий, может занять 4-6 часов. Для удобства пользователя, PhotoScan позволяет сохранять промежуточные результаты в файл проекта, что исключает необходимость непрерывной работы над проектом.

Файлы архивов PhotoScan (*.psz) могут содержать следующую информацию:

- Список загруженных фотографий с относительными путями к файлам изображений.
- Данные о выравнивании фотографий. Такие как информация о положениях камер, разреженное облако точек и набор пересчитанных калибровок камеры для каждой группы калибровки.
- Маски, примененные к изображениям в проекте.
- Карты глубины для камер.
- Модель в виде плотного облака точек.
- Восстановленную трехмерную полигональную модель, включая геометрию модели и текстуру, если они были реконструированы, и все внесенные пользователем изменения.
- Структуру проекта, т. е. число блоков в проекте и их содержание.

В связи с тем, что PhotoScan стремится создать максимально плотное облако точек и максимально подробную полигональную модель, сохранение проекта может занять длительное время. Для ускорения процесса можно уменьшить параметр Уровень сжатия, доступный на вкладке Дополнительно диалогового окна Настройки (меню Инструменты). При этом размер файла проекта возрастет.

Пользователь может сохранить текущее состояние проекта в любой момент времени между выполнением различных стадий обработки. К сохраненному проекту всегда можно вернуться, просто загрузив соответствующий файл. Различные файлы проектов могут быть также использованы в качестве резервных копий или разных версий обработки одной и той же модели.




Файлы проектов используют относительные пути к исходным фотографиям. Таким образом, перемещая или копируя файл проекта, необходимо также переместить или скопировать исходные фотографии с учетом относительной структуры папок. В противном случае все операции, требующие исходных фотографий, не будут выполняться, хотя файл

с реконструированной моделью откроется после копирования без ошибок. Пользователь может активировать функцию Сохранять абсолютные пути к изображениям на вкладке Дополнительно в диалоге Настройки доступном из меню Инструменты.

Экспорт результатов

PhotoScan поддерживает возможность экспорта результатов, а именно, разреженных или плотных облаков точек, данных калибровки камер, полигональных моделей.

Облако точек и рассчитанные значения калибровок камер могут быть экспортированы сразу же после завершения выравнивания фотографий. Все остальные возможности экспорта становятся доступны после завершения соответствующих этапов обработки.

При экспорте данных (облако точек / полигональная модель) для блока, который не был геопривязан, пространственное расположение модели будет определяться координатной системой, заданной по умолчанию (взаимное положение осей отображается в нижнем правом углу окна Модель), т. е. модель может отображаться в стороннем редакторе не так, как она выглядит в окне PhotoScan. Для изменения положения непривязанной модели используйте кнопки на панели Инструменты:  Повернуть объект,  Переместить объект и  Масштабировать объект.

PhotoScan поддерживает экспорт модели для редактирования в сторонние программы, а также обратный импорт. Подробнее см. раздел [«Редактирование геометрии модели»](#).

Главное меню экспорта доступно в меню Файл.

Экспорт облака точек

Для экспорта разреженного или плотного облака точек

1. Выберите пункт Экспорт облака точек... из меню Файл.
2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку Сохранить.
3. В диалоговом окне Экспорт облака точек выберите тип облака точек: Разреженное облако точек или Плотное облако точек.
4. Укажите параметры экспорта, применимые к выбранному типу файла.
5. Нажмите кнопку ОК для начала экспорта.
6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

В некоторых случаях требуется отредактировать облако точек перед экспортом. Подробнее см. раздел [«Редактирование облака точек»](#).

PhotoScan поддерживает следующие форматы экспорта облака точек:

- Wavefront OBJ
- Stanford PLY

- XYZ text file format
- ASPRS LAS
- LAZ
- ASTM E57
- ASCII PTS
- Autodesk DXF
- U3D
- potree
- Cesium 3D Tiles
- Agisoft OC3
- Topcon CL3
- PDF

Примечание

- Сохранение цветовой информации для облака точек поддерживается только для файлов формата OBJ и DXF.
- Сохранение нормалей для точек поддерживается только для файлов формата LAS, LAZ PTS, CL3 и DXF.

PhotoScan позволяет напрямую загрузить облако точек на следующие онлайн платформы: 4DMapper, PointBox, PointScene и Sketchfab. Для публикации облака точек используйте команду Загрузка данных... в меню Файл.

Экспорт связующих точек, а также данных о калибровке и ориентации камер

Для экспорта данных о калибровке и ориентации камер используйте команду Экспорт камер..., доступную в меню Файл.

PhotoScan поддерживает следующие форматы экспорта данных о камерах:



- Структурный формат Agisoft XML
- Bundler OUT
- CHAN
- Boujou TXT
- Omega Phi Каппа (текстовый формат)
- Realviz RZML
- PATB Exterior orientation

- Файл проекта в формате BINGO
- ORIMA
- Внешняя ориентация в формате AeroSys
- Файл проекта Inpho
- Summit Evolution project
- Blocks exchange

Примечание

- При экспорте данных о калибровке и ориентации камер в форматах Bundler и Voicou, в тот же файл записывается разреженное облако точек.
- При экспорте данных о калибровке и ориентации камер в формате Bundler коэффициенты радиальной дисторсии k3, k4 не сохраняются.

Для экспорта соответствий необходимо выбрать один из следующих форматов в диалоге Экспорт камер: BINGO, ORIMA, PATB, Summit Evolution или Blocks. Экспорт соответствий осуществляется только совместно с экспортом данных о калибровке и ориентации камер.

Для того, чтобы экспортировать/импортировать только результаты калибровки камеры, в диалоговом окне Калибровка камеры..., доступном из меню Инструменты, выберите одну из кнопок  / , которые позволяют загрузить/сохранить параметры калибровки камеры в следующих форматах:

- Agisoft Camera Calibration (*.xml)
- Australis Camera Parameters (*.txt)
- PhotoModeler Camera Calibration (*.ini)
- 3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt)
- CalCam Camera Calibration (*.cal)
- Inpho Camera Calibration (*.txt)
- USGS Camera Calibration (*.txt)
- Z/I Distortion Grid (*.dat)

Экспорт панорам

PhotoScan позволяет создавать панорамы для изображений, снятых с одной позиции камеры (камеры-станции). Для этого необходимо предварительно поместить такие изображения в отдельную группу и задать тип группы как Станция. Подробнее о группах камер см. раздел [«Загрузка фотографий»](#).

Для экспорта панорамы

1. Выберите пункт Экспорт - Экспорт панорамы... из меню Файл.

2. Выберите группу камер для построения панорамы.
3. При помощи кнопок навигации, расположенных справа от окна предпросмотра панорамы (в диалоговом окне Экспорт панорамы), задайте положение панорамы.
4. Задайте параметры экспорта: выберите группы камер, для которых производится экспорт панорамы, и укажите имя файла экспорта.
5. Нажмите кнопку Ок
6. Укажите путь к папке, в которую будет сохранен файл панорамы, нажмите кнопку Сохранить.

Пользователь также может задать границы для экспорта панорамы используя секцию Установить границы в диалоговом окне Экспорт панорамы. Поля ввода текста позволяют задать угол в горизонтальной (первая строка(X)) и вертикальной (вторая строка (Y)) плоскостях. Значение Размер изображения позволяет контролировать размер экспортируемого файла.

PhotoScan поддерживает следующие форматы экспорта панорам:

- JPEG
- TIFF
- PNG
- BMP
- OpenEXR
- TARGA

Экспорт 3D модели

Для экспорта 3D модели

1. Выберите пункт Экспорт модели... из меню Файл.
2. Укажите путь к папке, выберите тип файла и задайте его имя. Нажмите кнопку Сохранить.
3. В диалоговом окне Экспорт модели укажите желаемые параметры экспорта, применимые к выбранному типу файла.
4. Нажмите кнопку ОК для начала экспорта.
5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

PhotoScan поддерживает следующие форматы экспорта 3D моделей:

- Wavefront OBJ
- 3DS file format
- VRML

- COLLADA
- Alembic
- Stanford PLY
- STL
- Autodesk FBX
- Autodesk DXF (в виде Polyline или 3DFace)
- U3D
- Adobe PDF

Некоторые форматы (OBJ, 3DS, VRML, COLLADA, PLY, FBX) сохраняют текстуру в отдельный файл, который должен храниться в той же папке, что и файл с геометрией модели. Если же текстурный атлас не был построен, для такой модели экспортируется только геометрия.

PhotoScan поддерживает прямую загрузку моделей на Sketchfab. Для публикации модели онлайн используйте команду Загрузить модель... в меню Файл.

Дополнительные возможности экспорта

В дополнение к основным объектам PhotoScan позволяет экспортировать следующие результаты:

- Фотографии без эффектов дисторсии объектива (команда Компенсировать дисторсии... доступная в подменю Экспорт меню Файл). В диалоговом окне Компенсировать дисторсии также можно выбрать опцию Применить коррекцию цветов для таких изображений.
- Карты глубины для любого изображения (команда Экспорт карты глубины... доступная в контекстном меню фотографии).
- Изображение модели в высоком разрешении, как она представлена на вкладке Модель или вкладке Орто.(команда Сохранить изображение доступная в контекстном меню, вызываемом по щелчку правой клавишей мыши на вкладке Модель или вкладке Орто.)

Глава 4. Улучшение результатов выравнивания камер

Калибровка камеры

Группы калибровки

Во время процесса выравнивания фотографий PhotoScan оценивает значения параметров внутренней и внешней ориентации камеры, в том числе нелинейных радиальных дисторсий. Для того чтобы оценка параметров была успешной, очевидно, необходимо производить расчеты отдельно для фотографий сделанных различными камерами. Как только фотографии были загружены в программу, PhotoScan автоматически делит их на группы калибровки в соответствии с разрешением изображения и/или метаданными EXIF, такими как тип камеры и фокусное расстояние. Все действия, описанные ниже, могут и должны применяться (или не применяться) для каждой группы калибровки в отдельности.

Группы калибровки могут быть изменены вручную.

Для создания новой группы калибровки

1. Выберите пункт Калибровка камеры... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Калибровка камеры выберите фотографии, которые будут собраны в новую группу.
3. В появившемся по щелчку правой кнопкой мыши контекстном меню выберите пункт Создать группу.
4. Новая группа будет создана и отобразится в левой части диалогового окна Калибровка камеры.

Для перемещения фотографии из одной группы в другую

1. Выберите пункт Калибровка камеры... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Калибровка камеры выберите исходную группу в левой части окна.
3. Выделите фотографии, которые будут перемещены, и перетащите их в группу назначения в левой части диалогового окна Калибровка камеры.

Для того, чтобы поместить каждую фотографию в отдельную группу, используйте команду Разбить группы доступную в контекстном меню. Для вызова контекстного меню, щелкните правой кнопкой мыши на названии группы калибровки в левом столбце диалога Калибровка камеры.

Типы камер

PhotoScan поддерживает два основных типа камер: кадровые камеры и камеры типа "рыбий глаз" Тип камеры может быть указан в диалоговом окне Калибровка камеры, доступном из меню Инструменты.

Кадровая камера. Для успешной оценки параметров ориентации камеры, в случае если исходные изображения в группе калибровки были сняты кадровой камерой, требуется информация о приближенном значении фокусного расстояния (в пикселях). Очевидно, что для расчета фокусного расстояния в пикселях, достаточно знать фокусное расстояние в миллиметрах и размер пикселя сенсора в миллиметрах. Как правило, эта информация извлекаются автоматически из метаданных EXIF.

Камера Рыбий глаз. В случае если исходные данные были сняты при помощи камеры с широкоугольным объективом, стандартная модель камеры, используемая в PhotoScan, не позволит сделать корректную оценку параметров физической камеры. Задание типа камеры "рыбий глаз" позволяет использовать модель корректировки дисторсий широкоугольной оптики.

В случае, если исходные изображения не имеют EXIF данных или EXIF данных недостаточно для расчета фокусного расстояния в пикселях, фокусное расстояние предполагается равным 50 мм (в эквиваленте 35 мм пленки). Однако если действительное фокусное расстояние значительно отличается от 50 мм, это может привести к ошибке выравнивания фотографий. Таким образом, если фотографии не содержат метаданных EXIF, то предпочтительнее указать фокусное расстояние (мм) и размер пикселя сенсора (мм) вручную в диалоговом окне Калибровка камеры, доступном из меню Инструменты. Эти данные, как правило, указаны в паспорте камеры или могут быть получены из интернет-источников. Чтобы указать программе, что параметры ориентации камеры должны быть оценены на основе фокусного расстояния и информации о размере пикселя, необходимо установить для параметра Тип на вкладке Начальная значение Автоматический.

Параметры калибровки камеры

В случае, если параметры ориентации камеры были оценены неверно, результат можно улучшить благодаря дополнительным данным о параметрах калибровки.

Для указания параметров калибровки камеры

1. Выберите пункт Калибровка камеры... в меню Инструменты.
2. В левой части диалогового окна Калибровка камеры выберите группу калибровки, для которой необходимо заново оценить параметры ориентации камеры.
3. В диалоговом окне Калибровка камеры выберите вкладку Начальная.
4. Измените параметры калибровки в соответствующих полях ввода.
5. Установите для параметра Тип значение Калиброванный
6. Примените для всех групп калибровки, для которых это необходимо.
7. Нажмите кнопку ОК для установки параметров калибровки.

Примечание

- Также исходные данные калибровки можно импортировать из файла с помощью кнопки Загрузить на вкладке Начальная диалогового окна Калибровка камеры. В дополнение к форматам данных калибровки Agisoft, возможно импортировать данные из Australis, PhotoModeler, 3DM CalibCam и CalCam.

Корректировка исходных данных калибровки производится во время процедуры выравнивания фотографий. После завершения процедуры выравнивания фотографий, скорректированные данные калибровки отображаются на вкладке Уточненная диалогового окна Калибровка камеры.

В случае, если известны чрезвычайно точные данные калибровки и их изменение не желательно, то, чтобы защитить их от пересчета, следует отметить флажком поле Зафиксировать калибровку в диалоговом окне Калибровка камеры. В этом случае исходные данные калибровки не будут изменены в процессе выравнивания фотографий.

Скорректированные данные калибровки камеры могут быть сохранены в файл с помощью кнопки Сохранить на вкладке Уточненная диалогового окна Калибровка камеры.

Рассчитанные дисторсии камеры доступны для просмотра на графике дисторсий в диалоговом окне Калибровка камеры (доступном из контекстного меню группы камер). На второй вкладке окна График дисторсий представлен график остаточных ошибок, позволяющий оценить адекватность математической модели, примененной для описания камеры. Заметим, что остаточные ошибки усредняются в пределах ячейки изображения, а также для каждого изображения в группе камер. Масштабная линейка для дисторсий/ошибок приведена под соответствующим графиком.

Список параметров калибровки камеры

f

фокусное расстояние (в пикселях).

cx, cy

координаты главной точки, т. е. координаты пересечения оптической оси объектива с плоскостью сенсора.

b1, b2

коэффициенты аффинитета (Affinity) и скоса (Skew, коэффициент неортогональности)

k1, k2, k3, k4

коэффициенты радиальной дисторсии

p1, p2, p3, p4

коэффициенты тангенциальной дисторсии


Оптимизация

Оптимизация выравнивания камер

На этапе выравнивания фотографий PhotoScan автоматически находит связующие точки и рассчитывает параметры внутреннего и внешнего ориентирования камер. Точность расчетов зависит от многих факторов, таких как процент перекрытия между соседними кадрами, а также от формы поверхности исследуемого объекта. Поэтому рекомендуется исследовать результаты выравнивания с целью выявления связующих точек, для которых ошибка репроецирования слишком велика, и удалить такие точки, если они имеются. Подробнее о редактировании облака точек см. раздел [«Редактирование облака точек»](#). После редактирования множества связующих точек необходимо запустить процедуру оптимизации, чтобы параметры внутреннего и внешнего ориентирования камер были скорректированы соответствующим образом.

В процессе оптимизации рассчитываются параметры внутреннего и внешнего ориентирования камер на основании данных, оставшихся в проекте после редактирования. Расчет параметров после исключения ошибочных значений будет более точным. Кроме того, что этот этап включает уточнение параметров внутренней ориентации камеры, которые зафиксированы в процессе выравнивания фотографий: aspect, skew; и параметры дисторсии p1, p2, k4.

Для оптимизации выравнивания камер

1. Выберите команду  Оптимизировать камеры... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Оптимизировать положения камер выделите те параметры камеры, которые необходимо оптимизировать. Нажмите кнопку ОК.
3. По завершении процедуры оптимизации, рассчитанные параметры внутренней ориентации камеры доступны на вкладке Уточненная диалогового окна Калибровка камеры, доступном из меню Инструменты.



Примечание

- Процедура оптимизации удаляет любые данные о модели (в виде плотного облака точек или полигональной сети), если таковые имелись, модель будет необходимо отстроить заново.

Глава 5. Редактирование

Использование масок

Обзор



PhotoScan использует маски для выделения на фотографиях областей, которые могут привести к ошибочным результатам реконструкции. Маски могут быть использованы во время следующих стадий обработки:

- Выравнивание фотографий
- Построение плотного облака точек
- Построение текстуры 3D модели
- Построение полигональной модели методом построения модели с учётом видимости с применением опции Использовать строгие пространственные маски

Выравнивание фотографий

Маскируемая область может быть исключена во время поиска особых точек. Иначе говоря, объекты под маской не будут учитываться при определении положения камеры. Это важно в случае движения исследуемого объекта (например, при использовании вращающегося стола во время фотосъёмки).

Использование масок может быть также полезно, если исследуемый объект занимает незначительную часть фотографии. Это позволит избежать ситуации, при которой небольшое число полезных соответствий будет ошибочно отфильтровано как шум, а большое число соответствий заднего плана будет оставлено.

Построение плотного облака точек

При построении плотного облака точек маскируемые области не учитываются в процессе реконструкции поверхности. Маскирование может быть использовано для уменьшения сложности итогового плотного облака точек путем исключения из рассмотрения не представляющих интереса областей фотографии.

Маскированные области не учитываются ни при построении плотного облака точек, ни при генерации текстуры.

Возьмем, к примеру, набор фотографий некоторого объекта. Помимо объекта на фотографиях присутствуют области, содержащие фон. Эти области могут быть полезными для более точного позиционирования положения камер, поэтому их стоит

использовать во время выравнивания фотографий. Однако если использовать эти области при построении плотного облака точек, итоговое облако будет содержать фон (помимо интересующего объекта). Геометрия фона "перетянет" на себя часть полигонов, которые могли бы использоваться для более точной реконструкции основного объекта.

Использование масок для подобного рода областей позволяет избежать указанных проблем и увеличить точность и качество реконструкции.

Построение текстурного атласа

Маскированные области фотографий не используются во время построения текстурного атласа модели. Для предотвращения эффекта "призрака" на итоговой текстуре рекомендуется использовать маски для посторонних объектов, закрывающих интересующие области.

Загрузка масок

Маски могут быть загружены из внешних источников, либо сгенерированы автоматически из фотографий фона, если таковые существуют. PhotoScan поддерживает загрузку масок следующими способами:

- Из альфа-канала исходных фотографий.
- Из отдельных изображений.
- Сгенерированных на основе разницы с фотографиями фона.
- Основанные на реконструированной трехмерной модели.

Для импорта масок

1. Выберите пункт Импорт масок... в меню Файл.
2. В диалоговом окне Импорт масок укажите необходимые параметры. Нажмите кнопку ОК.
3. При создании масок из отдельных изображений или на основе фона появится диалоговое окно выбора папки. Выберите папку, содержащую необходимые изображения, и подтвердите выбор.
4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Следующие параметры могут быть использованы при импорте масок:

Режим

Задаёт источник данных для масок.

Из альфа канала - загружает маски из альфа канала исходных файлов фотографий.

Из файла - загружает маски из отдельных файлов изображений.

Из фотографии фона - генерирует маски на основе фотографий фона.

Из модели - создает маски основанные на реконструированной модели.

Операция

Определяет действие, выполняемое при загрузке второй маски для конкретной фотографии.

Замена - новая маска будет загружена взамен предыдущей и сохранена для данной фотографии.

Объединение - две маски будут объединены и сохранены как одна.

Пересечение - область пересечения двух масок будет сохранена как новая маска для текущей фотографии.

Разность - только разница двух масок будет сохранена как новая маска для текущей фотографии.

Шаблон имен файлов (не используется для режима Из альфа канала)

Задаёт шаблон имен файлов, используемых для генерации имен файлов с масками. Шаблон может содержать специальные теги, которые будут заменены на соответствующие данные для каждого маскируемого изображения. Список поддерживаемых тегов:

{filename} - имя исходного файла фотографии без расширения.

{fileext} - расширение исходного файла.

{camera} - название камеры.

{filenum} - порядковый номер импортируемой маски.

Например, шаблон {filename}_mask.png может быть использован для случая, когда маски сохранены в файлах типа PNG и имеют суффикс _mask.

Допуск (только для режима Из фотографии фона)

Задаёт пороговое значение, используемое при вычитании фона. Значение допуска должно быть указано в соответствии с разницей цветов точек объекта и фона.

Применить к

Задаёт применение масок для текущей фотографии, активного блока или для всего проекта.

Все камеры - загружает маски для активного блока.

Весь проект - загружает маски для всех блоков в проекте.




Выбранные камеры - загружает маски для выбранных камер (если таковые имеются).

Текущая фотография - загружает маску для открытой фотографии (если таковая имеется).

Редактирование масок

Изменение действующей маски производится путем добавления или удаления выделенных областей, которые создаются с помощью имеющегося набора инструментов. Добавление/вычитание выделенной области к/из области под текущей маской осуществляется по средством команд Добавить выделение или Вычесть выделение.

Для редактирования маски

1. Откройте предназначенную для редактирования фотографию двойным щелчком по ее имени в списке на панели Проект / Фотографии. Фотография откроется в основном окне. Существующая маска будет представлена в виде затененной области на фотографии.
2. Выберите необходимый инструмент и выделите область.
3. Нажмите кнопку  Добавить выделение для добавления области к текущей маске, либо кнопку  Вычесть выделение для вычитания выделенной области из маски. Кнопка  Инвертировать выделение позволяет инвертировать текущее выделение, перед тем как добавить или вычесть его из имеющейся маски.

Следующие инструменты могут быть использованы для выделения областей:

Прямоугольное выделение

Прямоугольное выделение используется для выделения больших областей, либо для очищения маски после использования других инструментов.

Выделение контура

Выделение контура используется для выделения области путем указания ее границы. Граница формируется после указания щелчком мыши вершин, которые автоматически соединяются сегментами границы. Сегменты могут быть как прямыми линиями, так и кривыми контурами, повторяющими границы объектов на фотографии. Чтобы включить "прилипание" контуров к границам объектов, необходимо удерживать клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выбора следующей точки. Для завершения выделения необходимо замкнуть контур, щелкнув левой кнопкой мыши в непосредственной близости от начальной точки контура.

Выделение области

Выделение области используется для плавного выделения мышью, при этом к выделенной области постепенно добавляются небольшие участки изображения.

Выделение связанных областей

Инструмент Выделение связанных областей используется для выбора однородных областей на изображении. Для выбора необходимо нажать левой клавишей мыши внутри области, предназначенной для выделения.

Диапазон цветов пикселей, выбираемых инструментом, контролируется параметром Допуск. Меньшее значение допуска сужает диапазон цветов, похожих на цвет пикселя, выделенного нажатием мыши. Большее значение допуска расширяет цветовой диапазон.

Примечание

- Для добавления области к текущему выделению необходимо удерживать клавишу **Ctrl** во время выделения добавляемой области.
- Для удаления маски с текущей фотографии нажмите клавишу **Esc**.

Маску можно инвертировать при помощи команды Инвертирование масок в меню Фотография. Команда активна только из панели Фотографии. Также можно инвертировать

маски для выделенных фотографий или для всех фотографий в блоке при помощи команды Инvertировать маски... контекстного меню фотографии на панели Фотографии.

Маски создаются отдельно для каждого изображения. Если требуется маскировать определенный объект, то это следует сделать на всех фотографиях, где он присутствует.

Сохранение масок

Маски, созданные в PhotoScan, также могут быть сохранены для редактирования или хранения.

Для экспорта масок

1. Выберите пункт Экспорт масок... в меню Файл.
2. В диалоговом окне Экспорт масок укажите необходимые параметры. Нажмите кнопку ОК.
3. Выберите папку, в которую будут сохранены маски, и подтвердите выбор.
4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Следующие параметры могут быть использованы при экспорте масок:

Экспортировать маски для

Устанавливает, будут ли маски экспортированы для открытой фотографии, для активного блока или для всего проекта.

Текущая фотография - сохраняет маску для открытой фотографии (если есть).

Активный блок - сохраняет маски для для активного блока.

Весь проект - сохраняет маски для всех блоков в проекте.

Тип файла

Задает тип сохраняемых файлов.

Черно-белое изображение маски - создает одноканальное черно-белое изображение маски.

Фотография с маской в альфа канале - создает цветное изображение на основе исходной фотографии с добавлением данных о маске в альфа канале.

Шаблон имен файлов

Задает шаблон имен файлов, используемых для генерации имен файлов с масками. Шаблон может содержать специальные теги, которые будут заменены на соответствующие данные для каждого маскируемого изображения. Список поддерживаемых тегов:

{filename} - имя исходного файла фотографии без расширения.

{fileext} - расширение исходного файла.

{camera} - название камеры.

{filename} - порядковый номер экспортируемой маски.

Например, шаблон {filename}_mask.png может быть использован для сохранения масок в файлах типа PNG с суффиксом _mask.

Примечание

- При импорте/экспорте маски только для текущего изображения PhotoScan запросит имя файла вместо пути к папке. Параметр Шаблон имен файлов при этом не используется.

Редактирование облака точек

В PhotoScan доступны следующие инструменты редактирования облака точек:

- Автоматическая фильтрация на основе выбранного критерия (только для разреженного облака)
- Автоматическая фильтрация на основе масок (только для плотного облака)
- Автоматическая фильтрация по цвету точек (только для плотного облака)
- Уменьшение количества точек в облаке путем задания предела количества связующих точек для каждой фотографии (только для разреженного облака)
- Ручное удаление точек

Примечание

- Операции редактирования разреженного облака точек могут быть отменены. Для отмены следует использовать пункты Отмена / Повтор в меню Редактировать.

Фильтрация точек на основе выбранного критерия

В некоторых случаях может быть полезно внутри разреженного облака точек определить положение точек с высокой ошибкой репроецирования и/или удалить такие точки. Фильтрация облака позволяет выделять точки соответствующие заданному критерию.

PhotoScan поддерживает следующие критерии фильтрации точек в облаке:

Ошибка репроецирования

Высокие значения ошибки репроецирования обычно указывают на плохую точность локализации проекций точки на этапе поиска соответствий. Также это типичная ситуация для ложных соответствий. Удаление таких точек может улучшить точность последующей оптимизации выравнивания.

Точность определения положения

Большие ошибки при определении положения характерны для точек, реконструируемых с фотографий с малой стереобазой. Такие точки могут значительно отклоняться от поверхности объекта, внося дополнительный шум в облако точек. Удаление такого рода точек не влияет на точность. Такие точки можно удалить для удобства визуализации, либо в случае реконструкции геометрии модели на основе разреженного облака точек.



Количество проекций

PhotoScan восстанавливает все точки, которые видны по крайней мере на двух фотографиях. Тем не менее положение точек, видимых только на двух фотографиях, вероятно, будет рассчитано с низкой точностью. Фильтрация Количество проекций позволяет удалить такие ненадежные точки из облака.

Точность проекций



Данный критерий позволяет отфильтровать точки с относительно плохой локализацией, которая является следствием их большего размера.

Для удаления точек на основе выбранного критерия

1. Переключитесь в режим Облако точек, используя кнопку  Облако точек на панели инструментов или в меню Вид.
2. Выберите пункт Плавное выделение... в меню Редактировать.
3. В диалоговом окне Плавное выделение укажите критерий, который будет использоваться для фильтрации. Установите пороговый уровень с помощью слайдера. В основном окне можно наблюдать за тем, как меняется выделение при перемещении слайдера. Нажмите кнопку ОК для подтверждения сделанного выделения.
4. Для удаления выделенных точек используйте пункт Удалить выделение в меню Редактировать или нажмите кнопку  Удалить выделение на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).


Фильтрация точек на основе масок


Для удаления точек на основании примененных масок

1. Переключитесь в режим просмотра Плотное облако используя кнопку  Плотное облако на панели инструментов.
2. Выберите команду Выделить точки по маске... из подменю Плотное облако меню Инструменты.
3. В диалоговом окне Выделить точки по маске укажите фотографии, для которых необходимо принять в расчет маски. Отрегулируйте резкость границ используя уровень. Нажмите ОК для начала процедуры выделения.
4. Для удаления выбранных точек используйте команду Удалить выделение в меню Редактировать или кнопку  Удалить выделение (или просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

Фильтрация точек по цвету

Для удаления точек в зависимости от их цвета

1. Переключитесь в режим просмотра Плотное облако используя кнопку  Плотное облако на панели инструментов.

2. Выберите команду Выделить точки по цвету... из подменю Плотное облако меню Инструменты.
3. В диалоговом окне Выделить точки по цвету укажите цвет и чувствительность, используя слайдер. Нажмите ОК для запуска процедуры фильтрации.
4. Для удаления выбранных точек используйте команду Удалить выделение в меню Редактировать или кнопку  Удалить выделение (или просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

Ограничение числа связующих точек для каждой фотографии








Параметр Максимальное количество проекций на одной фотографии может быть откорректирован перед этапом Выравнивание фотографий. Значение параметра задает предел максимального количества соответствий на каждой фотографии. Использование нулевого значения означает отсутствие фильтрации по данному параметру.

Число соответствий может быть сокращено по завершении процедуры выравнивания при помощи команды Связующие точки - Проредить связующие точки, доступной в меню Инструменты. Эта операция приведет к уменьшению количества точек в разреженном облаке, тогда как результаты выравнивания останутся неизменными.

Ручное удаление точек

Ошибочные точки могут быть удалены вручную.

Для удаления точек из разреженного облака вручную

1. Переключитесь в режим Разреженное облако, используя кнопку  Облако точек на панели инструментов или в режим просмотра Плотное облако используя кнопку  Плотное облако на панели инструментов.
2. Выберите инструмент  Прямоугольное выделение,  Овальное выделение или  Произвольное выделение на панели инструментов.
3. Выполните выделение с использованием мыши. Для добавления новых точек к текущему выделению, удерживайте клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выделения. Для удаления точек из текущего выделения, удерживайте клавишу **Shift**.
4. Для удаления выделенных точек используйте пункт Удалить выделение в меню Редактировать или нажмите кнопку  Удалить выделение на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре). Для удаления всех точек кроме выделенных используйте пункт Обрезать выделение в меню Редактировать или нажмите кнопку  Обрезать выделение на панели инструментов.

Редактирование геометрии модели

В PhotoScan доступны следующие инструменты редактирования полигональной модели:

- Оптимизация модели

- Заполнение отверстий
- Автоматическая фильтрация полигонов на основе выбранного критерия
- Ручное удаление полигонов
- Исправление топологических нарушений в модели

Более сложное редактирование можно произвести с помощью сторонних 3D-редакторов. PhotoScan позволяет экспортировать геометрию для этих целей и импортировать отредактированный результат обратно в PhotoScan.

Примечание

- Операция ручного удаления полигонов и фильтрация связности компонентов могут быть отменены. Для отмены следует использовать пункты Отмена / Повтор в меню Редактировать.
- Обратите внимание, что пункты Отмена / Повтор не работают для оптимизации модели, таким образом, эта операция не может быть отменена.

Оптимизация модели

Оптимизация используется для уменьшения геометрического разрешения модели: разрешение полигональной модели снижается, а точность передачи геометрии остается при этом высокой. PhotoScan создает 3D модели с превышающим геометрическим разрешением, таким образом, оптимизация полигональной модели – желательная операция после реконструкции модели.

Высоко детализированные модели могут состоять из миллионов полигонов. Работать с такими сложными моделями возможно в специальных редакторах, однако, в наиболее распространенных программах для просмотра (таких как Adobe Reader или Google Earth) излишняя детализация модели может приводить к заметному уменьшению производительности. Высокая сложность модели также требует гораздо более длительного времени для построения текстуры и экспорта модели в pdf формат.

В некоторых случаях требуется хранить наиболее детализированную геометрию модели для научных или архивных целей. Однако, при отсутствии специальных требований рекомендуется оптимизировать модель до 100 000 - 200 000 полигонов для экспорта в pdf и до 100 000 (и меньше) для визуализации в Google Earth или ей подобных средах.

Для оптимизации 3D модели

1. Выберите пункт Оптимизировать модель... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Оптимизация модели укажите желаемое число полигонов, которые останутся в итоговой модели. Нажмите кнопку ОК.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Примечание

- Процесс оптимизации модели ведет к удалению имеющегося текстурного атласа. В случае необходимости атлас текстуры можно построить заново.

Заполнение отверстий

Процедура заполнения отверстий применяется для моделей, содержащих отверстия, что, например, может являться результатом недостаточного перекрытия исходных фотографий.

Заполнение отверстий производится на основании данных экстраполяции. Пользователь может контролировать уровень точности модели по средством задания максимального размера отверстия, для которого будет выполнена процедура заполнения отверстий.

Для заполнения отверстий 3D модели

1. Выберите пункт Заполнить отверстия... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Заполнение отверстий при помощи ползунка задайте максимальный размер отверстия, которое будет заполнено на основе данных экстраполяции. Нажмите кнопку ОК.
3. В диалоговом окне состояния будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Примечание

- Ползунок позволяет задать максимальный размер отверстия по отношению к площади поверхности всей модели.

Фильтрация полигонов на основе выбранного критерия

В некоторых случаях восстановленная геометрия может содержать изолированные фрагменты полигональной модели, находящиеся вблизи основной модели, или слишком большие полигоны в составе основного фрагмента. Фильтрация полигонов на основе различных критериев помогает выделить подобные фрагменты модели/полигоны, которые обычно являются ошибочными или ненужными, и, соответственно, подлежат удалению.

PhotoScan поддерживает следующие критерии фильтрации полигонов:

Размер связанных компонент


Этот критерий фильтрации позволяет выделять изолированные фрагменты исходя из относительного числа полигонов в их составе. Число полигонов во всех компонентах, подлежащих выделению, определяется значением параметра Уровень и указывается в процентном отношении к общему числу полигонов во всей модели. Все изолированные компоненты фильтруются по числу полигонов в их составе, и выделение происходит в порядке возрастания числа полигонов.

Размер полигонов


Этот критерий фильтрации позволяет выделять полигоны определенного размера. Значение параметра Уровень отражает, какой процент от общей площади поверхности модели составляет площадь выделенных полигонов. Выделение полигонов происходит в порядке уменьшения их площади, исходя из предварительно отсортированного по размеру списка. Эта функция может оказаться полезной при работе с геометрией гладкого типа, когда возникает необходимость удалить полигоны,

являющиеся результатом автоматического заполнения отверстий, поскольку они, как правило, имеют большую площадь по сравнению с остальными полигонами.

Для удаления мелких изолированных фрагментов модели

1. Выберите пункт Плавное выделение... в меню Редактировать.
2. В диалоговом окне Плавное выделение выберите критерий Размер связанных компонент.
3. Укажите размеры изолированных компонент с помощью слайдера. Изменение выделенных областей можно наблюдать при перемещении слайдера. Нажмите кнопку ОК для подтверждения сделанного выделения.
4. Для удаления выбранных компонент выберите пункт Удалить выделенное в меню Редактирование, или нажмите кнопку  на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).

Для удаления чрезмерно больших полигонов





1. Выберите пункт Плавное выделение... в меню Редактировать.
2. В диалоговом окне Плавное выделение выберите критерий Размер полигонов.
3. Укажите размеры больших полигонов с помощью слайдера. Изменение выделенных областей можно наблюдать при перемещении слайдера. Нажмите кнопку ОК для подтверждения сделанного выделения.
4. Для удаления выбранных компонент выберите пункт Удалить выделенное в меню Редактирование, или нажмите кнопку  на панели инструментов (либо просто нажмите клавишу **Del** на клавиатуре).


Обратите внимание, что PhotoScan всегда начинает выделять фрагменты, начиная с самых мелких по размеру. Таким образом, для модели, состоящей из одного фрагмента, выделение будет пустым.

Удаление полигонов вручную

Ненужные или лишние области геометрической модели могут быть удалены вручную.

Для удаления полигонов вручную

1. Выберите инструмент прямоугольного, овального или произвольного выделения, используя кнопки  Прямоугольное выделение,  Овальное выделение или  Произвольное выделение на панели инструментов.
2. Выполните выделение с использованием мыши. Для добавления новых полигонов к текущему выделению, удерживайте клавишу **Ctrl** на клавиатуре во время выделения. Для удаления полигонов из текущего выделения, удерживайте клавишу **Shift**.
3. Для удаления выделенных полигонов нажмите кнопку  Удалить выделенное на панели инструментов. Для удаления всех полигонов кроме выделенных,

нажмите кнопку  Обрезать выделенное на панели инструментов либо выберите пункт Обрезать выделенное в меню Редактировать.

Для увеличения или уменьшения текущего выделения

1. Для увеличения текущего выделения путем добавления к нему приграничных полигонов нажмите клавишу **PageUp** на клавиатуре в режиме выделения. Для увеличения выделения резким скачком нажмите **PageUp** при зажатой клавише **Shift**.
2. Для уменьшения текущего выделения путем удаления из него приграничных полигонов нажмите клавишу **PageDown** на клавиатуре в режиме выделения. Для уменьшения выделения резким скачком нажмите **PageDown** при зажатой клавише **Shift**.

Исправление топологических нарушений в модели

PhotoScan способен производить исправление основных топологических нарушений в модели.

Для исправления топологии модели

1. Выберите пункт Информация о модели... в меню Инструменты.
2. В диалоговом окне Информация о модели представлены параметры реконструированной полигональной модели. В случае если имеются проблемы в топологии, будет активна кнопка Исправить. Нажатие кнопки Исправить запускает процедуру исправления топологических нарушений.
3. В диалоговом окне состояния будет отображаться ход выполнения текущей операции. Чтобы прервать обработку, нажмите кнопку Отмена.

Редактирование полигональной модели с помощью внешней программы

Для экспорта полигональной модели с целью последующего ее редактирования во внешней программе

1. Выберите пункт Экспорт модели... в меню Файл.
2. В диалоговом окне сохранения выберите желаемый формат экспортируемой модели в поле Тип сохранения. Укажите имя, которое будет присвоено файлу, и нажмите кнопку Сохранить.
3. В открывшемся диалоговом окне укажите дополнительные параметры, соответствующие выбранному формату файла. Нажмите кнопку ОК.

Для импорта отредактированной модели

1. Выберите пункт Импорт модели... в меню Инструменты.
2. В открывшемся диалоговом окне найдите и выберите файл с моделью. Нажмите Открыть.



Примечание

- PhotoScan поддерживает загрузку моделей только в форматах Wavefront OBJ, 3DS, STL, COLLADA, Stanford PLY, Autodesk FBX, Autodesk DXF, OpenCTM and U3D. Убедитесь в правильности формата при экспорте модели из стороннего 3D-редактора.

Глава 6. Автоматизация

Использование блоков


При работе с типовыми наборами данных рутинные этапы обработки могут быть в значительной степени автоматизированы. PhotoScan позволяет выполнять несколько этапов обработки один за одним без участия пользователя благодаря функции пакетной обработки. Участие пользователя может быть сведено к минимуму благодаря концепции мультиблочных проектов, где каждый блок содержит один типовой набор данных. В проектах с несколькими блоками, содержащими схожие данные, каждая операция, включенная в сценарий пакетной обработки, производится последовательно для каждого выделенного блока, что позволяет обрабатывать несколько наборов данных по очереди.

Кроме того, концепция мультиблочных проектов может быть полезна в тех случаях, когда сложно или даже невозможно реконструировать трехмерную модель объекта за один раз. Например, это возможно, если общее количество фотографий слишком большое для одновременной обработки. PhotoScan предоставляет возможность разделить набор фотографий на несколько отдельных блоков внутри проекта. Этапы выравнивание фотографий, построение плотного облака и геометрии и получение текстурного атласа будут выполняться для каждого блока в отдельности, после чего блоки могут быть собраны в единую 3D модель.

Работа с блоками не сложнее обычной работы с PhotoScan. Любой проект PhotoScan содержит в себе как минимум один блок, для которого выполняются все операции построения трехмерной модели из набора фотографий.

Все, что следует дополнительно знать о работе с блоками: как создавать новые блоки и как совмещать отдельные 3D модели из разных блоков в одно целое.

Создание блоков

Для того чтобы создать новый блок, нажмите на кнопку  Добавить блок на панели Проект или выберите команду Добавить блок из контекстного меню панели Проект (доступно при щелчке правой клавишей мыши на корневом элементе панели Проект).

В новый блок, после его создания, можно загружать фотографии, выравнивать их, строить плотное облако, проводить реконструкцию геометрии, создавать текстурный атлас, экспортировать модели и т. д. Модели в разных блоках никак не связаны друг с другом.

Список всех блоков в текущем проекте отображается в панели Проект, статус блоков отмечается соответствующими флагами.

Следующие флаги статусов могут появляться рядом с названием блока:

R (Привязан)

Уведомляет о том, что два или более блоков выровнены относительно друг друга.

Для переноса фотографий из одного блока в другой просто выберите необходимые кадры из списка фотографий на панели Проект, после чего перетащите их при помощи зажатой левой кнопки мыши в желаемый блок.

Работа с блоками

Все операции с отдельным блоком выполняются в обычной последовательности работы с PhotoScan: загрузка фотографий, выравнивание фотографий, построение плотного облака, построение геометрической модели, построение текстурного атласа, экспорт 3D модели и т. д.

Обратите внимание, что все эти операции применяются к активному блоку. Создание нового блока сразу же автоматически активирует его. Операция сохранения проекта сохраняет состояние и содержание всех блоков. Для сохранения выделенных блоков в отдельном проекте используется команда Сохранить блоки в контекстном меню блоков.

Для смены активного блока

1. Щелкните правой кнопкой мыши на названии блока на панели Проект.
2. Выберите в появившемся контекстном меню пункт Выбрать активным.

Для удаления блока

1. Щелкните правой кнопкой мыши на названии блока в поле Проект.
2. Выберите в появившемся контекстном меню пункт Удалить блоки.

Выравнивание блоков

Модели, построенные в отдельных блоках, могут быть объединены в одну. Для этого необходимо предварительно выровнять блоки.

Для выравнивания нескольких блоков

1. Выберите пункт Выровнять блоки в меню Обработка.
2. В диалоговом окне Выровнять блоки выберите блоки, которые необходимо выровнять; двойным щелчком мыши укажите опорный блок (блок, положение которого меняться не будет). Выберите необходимые значения параметров. Нажмите кнопку ОК.
3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку Отмена.



Примечание

- Выравнивание блоков может быть осуществлено при условии, что хотя бы два блока содержат выровненные изображения.

Параметры выравнивания блоков

Следующие параметры определяют процедуру выравнивания блоков. Их значения можно задать в диалоговом окне Выровнять блоки.

Режим

Определяет метод выравнивания. В режиме По соответствиям блоки выравниваются по соответствиям между фотографиями из разных блоков. Режим По камерам используется для выравнивания блоков по рассчитанным положениям камер.

Соответствующие камеры в выравниваемых блоках должны иметь одинаковые названия.

Точность (доступен только в режиме По соответствиям)

Значение этого параметра Высокая позволяет получить наиболее точное выравнивание блоков. Значение Низкая может использоваться для получение грубого выравнивания в более короткий срок.

Максимальное количество точек (Доступен только при выравнивании по соответствиям)

Обозначает верхний предел количества точек с соответствиями на каждом изображении, используемых в процессе выравнивания блоков По соответствиям.

Сохранить масштаб

Эта функция применима в том случае, если масштабы моделей в разных блоках были точно заданы и должны оставаться неизменными в процессе выравнивания блоков.

Предварительный выбор пар изображений (доступен только в режиме По соответствиям)

Процесс выравнивания большого количества блоков может занять долгое время. Значительная часть этого времени тратится на поиск соответствий между изображениями. Предварительный выбор пар изображений может ускорить этот процесс благодаря выделению поднабора пар изображений, на которых будет осуществлен поиск соответствий.

Использовать маску для фильтрации соответствий (доступен только в режиме По соответствиям)

При включении этой опции соответствия, обнаруженные в области изображения под маской, не учитываются. Подробнее об использовании масок можно прочесть в разделе [«Использование масок»](#).

 **Примечание**

- Операция выравнивания блоков может быть произведена только для предварительно выровненных фотографий.

Объединение нескольких блоков

После того как произведено выравнивание блоков, их можно объединить в один.

Для объединения блоков

1. Выберите пункт Объединить блоки в меню Обработка.
2. В диалоговом окне Объединение блоков выберите блоки, подлежащие объединению, и необходимые значения параметров. Нажмите кнопку ОК.
3. PhotoScan объединит блоки в один. Результирующий блок появится в списке содержимого проекта на панели Проект.

Параметры объединения блоков

Следующие параметры определяют процедуру объединения блоков. Их значения можно задать в диалоговом окне Объединить блоки.

Объединить плотные облака

Задаёт объединение плотных облаков из выбранных блоков.

Объединить модели

Задаёт объединение моделей из выбранных блоков.

Результат объединения блоков (т. е. фотографии, облако точек и модель) сохраняется в новом блоке, с которым можно продолжить работу (текстурировать / экспортировать модель) как с обычным блоком.

Пакетная обработка

PhotoScan позволяет применять различные этапы обработки к нескольким блокам в автоматическом режиме. Это особенно полезно при работе с большим количеством блоков.

Пакетная обработка может быть применена ко всем блокам на панели Проект, только к необработанным блокам, или к блокам, выбранным пользователем. Каждая операция, выбранная в диалоговом окне Пакетная обработка, сперва применяется к каждому выделенному блоку, после этого выполняется следующая операция.

Выровнять фотографии	Выровнять/Объединить блоки	Сохранить/Загрузить проект
Оптимизировать выравнивание	Упростить модель	Экспортировать/Импортировать камеры
Построить плотное облако	Сгладить модель	Экспортировать облака точек
Построить модель	Заполнить отверстия	Экспортировать модель
Построить текстуру	Импортировать маски	Экспортировать текстуру
Уточнить модель	Сбросить область реконструкции	Компенсация дисторсий
Рассчитать коррекцию цветов	Создать отчёт	



Для запуска пакетной обработки

1. Выберите пункт Пакетная обработка... в меню Обработка.
2. Нажмите кнопку Добавить... для добавления необходимой операции обработки.
3. В диалоговом окне Добавить операцию выберите тип операции, которую необходимо выполнить, список блоков, к которым ее следует применить, и подходящие параметры обработки. Нажмите кнопку ОК.
4. Повторите предыдущие шаги, чтобы добавить другие операции, в случае необходимости.
5. При необходимости измените порядок выполнения задач с помощью стрелок Вверх и Вниз справа от списка задач в диалоговом окне Пакетная обработка...
6. Нажмите кнопку ОК для запуска пакетной обработки.

7. В диалоговом окне будет отображаться список и статус запланированных задач, а также ход выполнения текущей операции. Для отмены процесса нажмите кнопку Отмена.

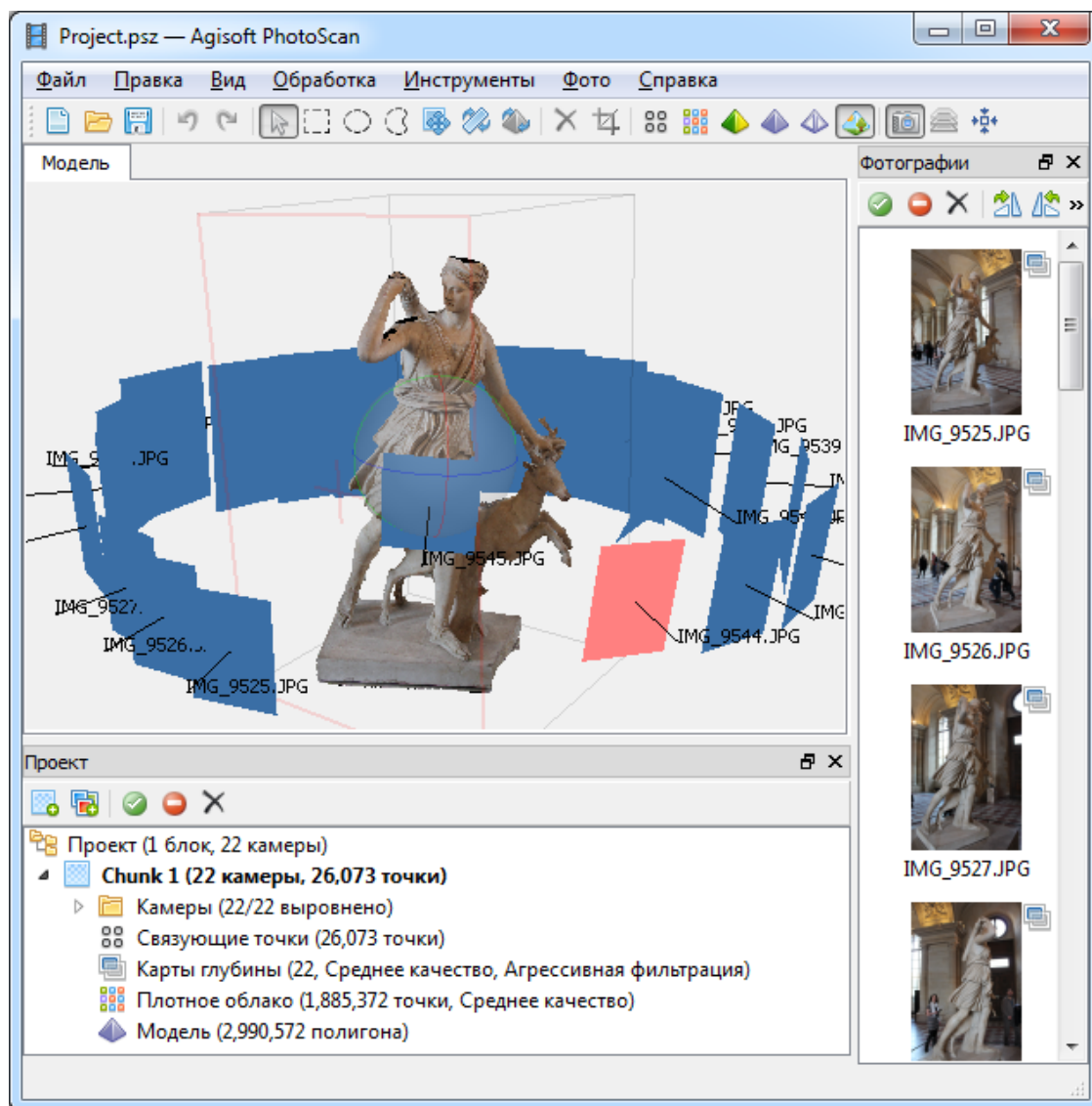
Если пакетная обработка для нескольких блоков включает функции импорта/экспорта, предлагается использовать следующие команды в строке Путь процедур импорта/экспорта:

- {filename} - имя файла (без расширения),
- {fileext} - расширение файла,
- {camera} - имя фотографии,
- {frame} - индекс кадра,
- {chunklabel} - название блока,
- {imagefolder} - папка, содержащая фотографии в активном блоке,
- {projectfolder} - путь к папке текущего проекта,
- {projectname} - название текущего проекта.

Список задач для пакетной обработки может быть экспортирован в файле формата XML при помощи кнопки  Сохранить диалогового окна Пакетная обработка и импортирован в другой проект при помощи кнопки  Открыть.

Приложение А. Графический интерфейс

Окно приложения



Общий вид окна приложения.


Окно просмотра модели

Режим просмотра модели используется для визуализации трехмерных данных, а также для редактирования полигональной модели или облака точек. Вид модели зависит от текущей стадии обработки, для переключения в другой режим отображения используются соответствующие кнопки панели инструментов или опции меню Вид.

Модель может быть представлена в виде плотного облака точек или как полигональная модель в текстурированном, затененном, сплошном виде или в виде каркаса. Помимо самой модели в режиме просмотра могут быть отображены результаты выравнивания фотографий (разреженное облако точек и положения камер).

PhotoScan позволяет использовать следующие инструменты навигации при 3D просмотре:

Инструмент	Модификатор на клавиатуре
Вращение	По умолчанию
Сдвиг	Зажатая клавиша Ctrl
Масштабирование	Зажатая клавиша Shift

Все перечисленные инструменты доступны только в режиме навигации. Режим навигации включается с помощью кнопки  Навигация на панели инструментов.

Примечание

- Масштабирование модели может осуществляться с помощью колеса мыши.

Окно просмотра фотографии

Режим просмотра фотографии используется для отображения отдельных фотографий, загруженных в проект, а также для работы с масками.

Для открытия фотографии в режиме просмотра необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ее названии на панели Проект или на панели Фотографии.

Переключение в режим просмотра фотографий изменяет конфигурацию панели инструментов: появляются инструменты работы с фотографиями, а лишние кнопки скрываются.

Панель Проект

На панели Проект отображаются все элементы текущего проекта. Эти элементы могут включать в себя:

- Список блоков проекта.
- Список камер и групп камер для отдельных блоков
- Связующие точки для отдельных блоков
- Карты глубины для отдельных блоков
- Плотное облако точек для отдельных блоков
- 3D модель для отдельных блоков

Расположенные на панели Проект кнопки позволяют:

- Добавлять блоки.
- Добавлять камеры.

- Включать или отключать некоторые камеры или блоки для их использования на дальнейших стадиях обработки.
- Удалять элементы.

Каждый элемент списка связан с контекстным меню, позволяющим быстро обращаться к некоторым стандартным функциям.

Панель Фотографии

Панель Фотографии позволяет отображать список фотографий / масок для активного блока в виде эскизов.

Расположенные на панели Фотографии кнопки позволяют:

- Включать или отключать некоторые камеры.
- Удалять камеры.
- Поворачивать выделенные фотографии по/против часовой стрелки
- Сбросить текущий фильтр для фотографий
- Переключаться между эскизами изображений, масок и карт глубины.
- Увеличивать / уменьшать размер эскизов или отображать детальную информацию о фотографии, включая данные EXIF.

Панель Консоль

Панель Консоль используется для:

- Отображения вспомогательной информации.
- Отображения сообщения об ошибках.

Расположенные на панели Консоль кнопки позволяют:

- Сохранить журнал.
- Очистить журнал.

Панель анимации

Панель Анимация используется для:

- Загрузки трека камеры
- Запуска/остановки движения камеры в соответствии с треком
- Рендеринга видео-файла из последовательности кадров

Расположенные на панели Анимация кнопки позволяют:

- Воспроизвести/остановить воспроизведение анимации в соответствии с треком камеры
- Записать анимацию и сохранить в формате видео-файла для воспроизведения в стороннем приложении




- Создать, загрузить или редактировать трек в диалоговом окне Параметры

Примечание

- Для показа / скрытия любой из перечисленных панелей используйте соответствующий пункт в меню Вид.

Команды меню

Меню Файл

 Новый	Создать новый файл проекта.
 Открыть...	Открыть существующий файл PhotoScan проекта.
Добавить...	Добавить существующий файл PhotoScan проекта к текущему проекту.
 Сохранить	Сохранить файл PhotoScan проекта.
Сохранить как...	Сохранить файл PhotoScan проекта под новым именем.
Экспорт облака точек...	Сохранить разреженное / плотное облако точек.
Экспорт модели	Сохранить 3D модель.
"Экспорт камер...	Экспортировать параметры внутренней и внешней ориентации камер и связующие точки.
Экспорт масок...	Экспортировать маски.
Экспорт текстуры...	Экспортировать текстуру модели.
Экспорт панорамы...	Экспортировать сферические панорамы для камер-станций.
Компенсировать дисторсии...	Компенсировать нелинейные искажения на исходных снимках и сохранить результаты в отдельных файлах.
Сгенерировать фотографии...	Создать лентичулярные изображения
Импорт камер...	Импортировать параметры внутренней и внешней ориентации камер.
Импорт масок...	Импортировать маски или создать маски из модели или фотографии фона.
Импорт точек...	Импортировать плотное облако точек.
Импорт модели...	Импортировать полигональную модель.
Импорт текстуры...	Импортировать текстуру для текущей модели.
Импорт видео...	Импортировать разбитое на кадры видео и сохранить каждый кадр как отдельное изображение.

Меню Файл

Загрузить данные...

Загрузить созданные данные (разреженное облако, текстурированные модели) на один из поддерживаемых веб-сайтов.

Выйти

Выйти из программы. Будет предложено сохранить текущий проект.

Меню Правка

 Отмена

Отменить последнее действие.

 Повтор

Повторить последнее отмененное действие.

 Добавить выделение

Добавить выделенную область фотографии к маске.

 Вычесть выделение

Вычесть выделенную область фотографии из маски.

 Инвертировать выделение

Инвертировать текущее выделение на фотографии.

Инвертировать выделение

Инвертировать текущее выделение.

Расширить выделение


Расширить текущее выделение точек разреженного облака/ полигонов.

Сузить выделение

Сузить текущее выделение точек разреженного облака/ полигонов.

 Удалить выделение

Удалить выделенные точки / полигоны.

 Обрезать выделение

Обрезать выделенные точки / полигоны.

Инвертировать маску

Инвертирует маску для текущего изображения.

 Удалить маску

Удалить маску для текущего изображения.

 Повернуть направо

Повернуть текущее изображение на 90 градусов по часовой стрелке.

 Повернуть налево

Повернуть текущее изображение на 90 градусов против часовой стрелки.

Меню Вид

 Увеличить масштаб

Приблизить изображение в текущем режиме просмотра.

 Уменьшить масштаб

Отдалить изображение в текущем режиме просмотра.

 Сбросить ракурс

Сбросить область просмотра для визуализации модели/фотографии целиком.

Сохранить изображение

Сохранить текущий вид окна проекта (Модели, Орто, Фотографии)

 Проект

Показать или скрыть панель Проект.

Меню Вид

 Анимация

Показать или скрыть панель Анимация.

 Фотографии

Показать или скрыть панель Фотографии.

 Консоль

Показать или скрыть Консоль.

 Очередь задач

Показать или скрыть панель Очередь задач.


Панель инструментов

Показать или скрыть Панель инструментов.

Во весь экран

Переключиться в полноэкранный режим и обратно.

Меню Обработка

 Добавить фотографии...

Загрузить дополнительные фотографии в проект для обработки.

 Добавить папку...

Загрузить дополнительные фотографии из папок для обработки.

Выровнять фотографии...

Рассчитать положения камер и разреженное облако точек.

Построить плотное облако...

Построить плотное облако точек.

Построить модель...

Построить трехмерную полигональную модель.

Построить текстуру...

Построить текстурный атлас 3D модели.

Выровнять блоки...

Выровнять блоки.

Объединить блоки...

Объединить блоки в единый блок.

Пакетная обработка...

Открыть диалоговое окно Пакетная обработка.

Меню Модель

 Навигация

Перейти в режим навигации.

 Прямоугольное выделение

Инструмент прямоугольно выделения элементов в окне просмотра Модель.

 Овальное выделение

Инструмент овального выделения элементов в окне просмотра Модель.

 Произвольное выделение

Инструмент выделения произвольной формы в окне просмотра Модель.

Плавное выделение...

Выделить полигоны/точки на основе заданного критерия.

 Переместить объект

Подключить инструмент перемещения объекта.















 Масштабировать объект

Подключить инструмент масштабирования.








 Повернуть объект

Подключить инструмент вращения.

Меню Модель

Сбросить привязку	Отменяет трансформации объекта.
 Переместить область	Подключить инструмент перемещения области построения.
 Изменить размер области	Позволяет изменить размер области построения.
 Повернуть область	Подключить инструмент вращения области построения.
Сбросить область реконструкции	Отменяет трансформации области построения и возвращает конфигурацию области к начальному.
 Показать камеры	Показать или скрыть положения камер, полученные в процессе выравнивания фотографий.
Показать эскизы фотографий	Показать или скрыть эскизы фотографий согласно позициям камер на вкладке Модель.
 Показать область	Показать или скрыть область реконструкции.
 Показать трекбол	Показать или скрыть трекбол.
 Показать информацию	Показать или скрыть подсказки.
 Показать сетку	Показать или скрыть сетку на плоскости XY.
Показать всё	Показать все элементы одновременно.
Скрыть всё	Скрыть все элементы.
 Облако точек	Показать или скрыть разреженное облако точек, полученное в процессе выравнивания фотографий.
 Плотное облако	Показать или скрыть плотное облако точек.
 Затененный	Показать 3D модель в затененном режиме.
 Сплошной	Показать 3D модель в сплошном режиме.
 Каркас	Показать 3D модель в каркасном режиме.
 Текстурированный	Показать 3D модель с наложенной текстурой.
Перспективный/Ортографический	Переключить режим визуализации между перспективным и ортографическим.
Стерео режим	Включить/отключить стереоскопический режим в соответствии с параметрами в диалоге Настройки PhotoScan.
Ракурс	Переключиться в режим просмотра с одного из заданных ракурсов.


Меню Фото

 Навигация	Перейти в режим навигации.
 Прямоугольное выделение	Инструмент прямоугольного выделения.
 Выделение контура	Инструмент выделения контура.
 Выделение области	Инструмент выделения области.
 Выделение связанных областей	Выделение связанных областей.
Следующая фотография	Открыть следующую фотографию из списка на панели Фотографии.
Предыдущая фотография	Открыть предыдущую фотографию из списка на панели Фотографии.
 Показать маски	Показать или скрыть затенение маской.
 Показать точки	Показать найденные соответствия на выбранной фотографии, используемые для выравнивания.
Показать всё	Отображать все элементы одновременно.
Скрыть всё	Скрыть все элементы.



Меню Инструменты

Построить облако точек...	Построить разреженное облако точек на основании доступных параметров ориентации камер.
Проредить связующие точки...	Проредить облако точек путем уменьшения количества проекций для каждого снимка в соответствии с заданным пределом.
Показать соответствия...	Открыть диалог просмотра связующих точек между парами изображений.
Инвертировать нормали точек...	Инвертирует нормали для выделенных точек плотного облака.
Выделить точки по маскам...	Выделить точки плотного облака, закрытые маской.
Выделить точки по цвету...	Выделить точки плотного облака в соответствии с цветом и чувствительностью.
Отфильтровать по выделению	Отобразить только выделенные точки плотного облака.
Сбросить фильтр	Сбросить фильтры отображения точек плотного облака.
Сжать плотное облако...	Стирает ранее удаленные точки плотного облака, без возможности их восстановить.
Восстановить плотное облако...	Восстанавливает те ранее удаленные точки плотного облака, которые не были стерты окончательно.

Меню Инструменты

Обновить плотное облако...	Обновить информацию о плотном облаке точек, включая число точек и назначенные классы.
Уточнить модель...	Запустить операцию уточнения модели с учетом деталей на фотографиях.
Упростить модель...	Упростить полигональную модель до указанного числа полигонов.
Сгладить модель...	Сгладить полигональную модель.
Заполнить отверстия...	Заполнить отверстия на поверхности модели.
Информация о модели...	Собрать и показать информацию о полигональной модели.
Просмотр UV координат...	Отобразить значения UV координат.
Отфильтровать по выделению	Отобразить только выделенные полигоны 3D модели.
Сбросить фильтр	Сбросить фильтр отображения полигональной модели.
Калибровать объектив...	Перейти в диалоговое окно калибровки объектива.
Показать калибровочную таблицу...	Показать калибровочную таблицу на экране монитора.
Калибровка камеры...	Задать параметры калибровки камер.
 Оптимизировать камеры...	Открыть диалоговое окно оптимизации выравнивания камер.
Коррекция цветов...	Вызвать диалог коррекции цветов для настройки яркости и баланса белого фотографий.
Задать основной канал...	Позволяет задать основной канал для изображений.
Изменить яркость...	Скорректировать яркость изображений для удобства просмотра.
Настройки...	Открыть диалоговое окно настроек.

Меню Справка

 Содержание	Показать справку.
Проверить наличие обновлений...	Проверить наличие обновлений для PhotoScan.
Активировать программу...	Активировать программу PhotoScan с помощью ключа активации.
 О программе PhotoScan...	Показать информацию о программе, включая номер версии и авторские права.

Элементы панели инструментов

Основные команды

 Новый

Создать новый файл проекта.

 Открыть

Открыть существующий файл проекта PhotoScan.

 Сохранить

Сохранить файл проекта PhotoScan.

Команды 3D режима

 Отмена

Отменить последнее действие редактирования.

 Повтор

Повторить последнее отмененное действие.

 Навигация

Перейти в режим навигации.

 Прямоугольное выделение

Инструмент прямоугольного выделения.

 Овальное выделение


Инструмент овального выделения.

 Произвольное выделение

Инструмент произвольного выделения.

 Переместить область

Инструмент переноса рабочей области.

 Изменить размер области

Инструмент изменения размера рабочей области.

 Повернуть область

Инструмент поворота рабочей области.

 Переместить объект

Инструмент переноса модели.

 Повернуть объект

Инструмент поворота модели.

 Масштабировать объект

Инструмент изменения масштаба модели.

 Удалить выделение

Удалить выделенные точки / полигоны.

 Обрезать выделение

Обрезать выделенные точки / полигоны.

Режимы 3D просмотра

 Увеличить масштаб

Приблизить модель.

 Уменьшить масштаб

Отдалить модель.

 Сбросить ракурс

Вернуться к начальному ракурсу.

 Облако точек

Показать или скрыть разреженное облако точек, полученное в процессе выравнивания фотографий.









 Плотное облако

Показать или скрыть плотное облако точек.

















Отфильтровать по выделению


Отобразить только выделенные точки плотного облака.

Режимы 3D просмотра


 Сбросить фильтр	Сбросить фильтр отображения точек плотного облака.
 Затененный	Показать 3D модель в затененном режиме.
 Сплошной	Показать 3D модель в сплошном режиме.
 Каркас	Показать 3D модель в каркасном режиме.
 Текстурированный	Показать 3D модель с наложенной текстурой.
 Показать камеры	Показать или скрыть положения камер, полученные в процессе выравнивания фотографий.
 Показать эскизы изображений	Показать или скрыть эскизы изображений на позициях камер.
 Показать выровненные блоки	Показать или скрыть выровненные блоки.

Команды фото режима

 Отмена	Отменить последнее действие редактирования маски.
 Повтор	Повторить последнее отмененное действие.
 Навигация	Перейти в режим навигации.
 Прямоугольное выделение	Инструмент прямоугольного выделения.
 Выделение контура	Инструмент выделения контура.
 Выделение области	Инструмент выделения области.
 Выделение связанных областей	Инструмент выделения связанных областей.
 Добавить выделение	Добавить текущее выделение к маске.
 Вычесть выделение	Вычесть текущее выделение из маски.
 Инвертировать выделение	Инвертировать текущее выделение.
 Изменить яркость	Настроить яркость для лучшей визуализации.
 Повернуть направо	Повернуть фотографию по часовой стрелке.
 Повернуть налево	Повернуть фотографию против часовой стрелки.
 Увеличить масштаб	Увеличить масштаб.
 Уменьшить масштаб	Уменьшить масштаб.
 Сбросить ракурс	Сбросить текущий ракурс и отобразить фотографию целиком.

Команды фото режима Показать маски

Показать/скрыть затенение маской.

 Показать точки

Показать найденные соответствия выбранной фотографии, используемые для выравнивания.

Горячие клавиши

Основные

Создать новый проект	Ctrl + N
Сохранить проект	Ctrl + S
Открыть проект	Ctrl + O
Запустить скрипт	Ctrl + R
Развернуть во весь экран	F11

Просмотр модели

Отменить (только для операций: Удалить, Маскировать и Закрыть отверстия)	Ctrl + Z
Повторить (только для операций: Удалить, Маскировать и Закрыть отверстия)	Ctrl + Y
Переключиться между навигацией и любым другим предыдущим режимом	Пробел
Сбросить ракурс	0
Переключиться в стерео режим	9
Переключиться между перспективным и ортографическим режимами просмотра	5
Изменить угол просмотра для перспективного режима	Ctrl + колесико мыши

Просмотр с определенного ракурса

Сверху	7
Снизу	Ctrl + 7
Справа	3
Слева	Ctrl + 3
Спереди	1
Сзади	Ctrl + 1

Повернуть модель

Повернуть вверх	8
Повернуть вниз	2
Повернуть налево	4
Повернуть направо	6

Просмотр фотографий

Следующая фотография (в соответствии с Page Up порядком на панели Фотографии)

Предыдущая фотография (в соответствии с Page Dn порядком на панели Фотографии)

Переход к следующему маркеру на той же фотографии Tab

Переход к предыдущему маркеру на той же фотографии Shift + Tab

Режим навигации V

Инструменты выделения

Прямоугольное выделение M

Выделение контура L

Выделение области P

Выделение связанных областей W

Добавить выделение Ctrl + Shift + A

Вычесть выделение Ctrl + Shift + S

Инvertировать выделение Ctrl + Shift + I

Приложение В. Поддерживаемые форматы

Изображения

Форматы ввода

JPG
TIFF
PNG
BMP
OpenEXR
JPEG 2000
TARGA
Цифровой негатив (DNG)
Portable Bit Map (PGM, PPM)
Multi-Picture Object (MPO)
Norpix Sequence (SEQ)
AscTec Thermal Images (ARA)

Форматы компенсации дисторсий

JPG
TIFF
PNG
BMP
OpenEXR
JPEG 2000

Калибровка камеры

Форматы ввода

Agisoft Camera Calibration (*.xml)
Australis Camera Parameters (*.txt)
Australis v.7 Camera Parameters (*.txt)
PhotoModeler Camera Calibration (*.ini)
3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt)
CalCam Camera Calibration (*.cal)
Inpho Camera Calibration (*.txt)
USGS Camera Calibration (*.txt)
Z/I Distortion Grid (*.dat)

Форматы экспорта

Agisoft Camera Calibration (*.xml)
Australis Camera Parameters (*.txt)
Australis v.7 Camera Parameters (*.txt)
PhotoModeler Camera Calibration (*.ini)
3DM CalibCam Camera Parameters (*.txt)
CalCam Camera Calibration (*.cal)
Inpho Camera Calibration (*.txt)
USGS Camera Calibration (*.txt)
Z/I Distortion Grid (*.dat)

Журнал полета

Форматы ввода

Agisoft XML (*.xml)
Character-separated values (*.txt, *.csv)
JPG EXIF metadata
MAVinci CSV (*.csv)
APM/PixHawk Log (*.log)

Рассчитанное положение камер

Agisoft XML (*.xml)
Character-separated values (*.txt)

Форматы ввода

C-Astral Bramor log (*.log)
TopoAxis telemetry (*.tel)

Рассчитанное положение камер

Положение опорных точек (GCP)

Форматы ввода

Character-separated values (*.txt, *.csv)
Agisoft XML (*.xml)

Рассчитанные положения

Character-separated values (*.txt)
Agisoft XML (*.xml)

Внутренние и внешние параметры камеры

Форматы импорта

Agisoft XML (*.xml)
Autodesk FBX (*.fbx)
Alembic (*.abc)
Realviz RZML (*.rzml)
BINGO (*.dat)
Bundler (*.out)
VisionMap Detailed Report (*.txt)

Форматы экспорта

Agisoft XML (*.xml)
Autodesk FBX (*.fbx)
Alembic (*.abc)
Realviz RZML (*.rzml)
Bundler (*.out)
CHAN files (*.chan)
Boujou (*.txt)
Omega Phi Kappa (*.txt)
PATB Exterior Orientation (*.ptb)
BINGO Exterior Orientation (*.dat)
ORIMA (*.txt)
AeroSys Exterior Orientation (*.orn)
INPHO Project File (*.prj)
Summit Evolution Project (*.smtxml)
Blocks Exchange (*.xml)

Связующие точки

Импорт не поддерживается

Экспорт соответствий

BINGO (*.dat)
ORIMA (*.txt)
PATB (*.ptb)
Summit Evolution Project (*.smtxml)
Blocks Exchange (*.xml)

Разреженное/Плотное облако точек

Форматы импорта

Wavefront OBJ (*.obj)

Форматы экспорта

Wavefront OBJ (*.obj)

Форматы импорта

Stanford PLY (*.ply)
ASCII PTS (*.pts)
ASPRS LAS (*.las)
LAZ (*.laz)
ASTM E57 (*.e57)

Форматы экспорта

Stanford PLY (*.ply)
ASCII PTS (*.pts)
ASPRS LAS (*.las)
LAZ (*.laz)
ASTM E57 (*.e57)
XYZ Point Cloud (*.txt)
Cesium 3D Tiles (*.zip)
Universal 3D (*.u3d)
Autodesk DXF (*.dxf)
potree (*.zip)
Agisoft OC3 (*.oc3)
Topcon CL3 (*.cl3)
Adobe 3D PDF (*.pdf)

Полигональная модель

Импорт модели

Wavefront OBJ (*.obj)
3DS models (*.3ds)
COLLADA (*.dae)
Stanford PLY (*.ply)
Alembic (*.abc)
STL models (*.stl)
Autodesk DXF (*.dxf)
Autodesk FBX (*.fbx)
Universal 3D models (*.u3d)
OpenCTM models (*.ctm)

Экспорт модели

Wavefront OBJ (*.obj)
3DS models (*.3ds)
COLLADA (*.dae)
Stanford PLY (*.ply)
Alembic (*.abc)
STL models (*.stl)
Autodesk DXF (*.dxf)
Autodesk FBX (*.fbx)
Universal 3D models (*.u3d)
VRML models (*.wrl)
OpenSceneGraph (*.osgb)
Adobe 3D PDF (*.pdf)

Текстура

Импорт текстуры

JPG
TIFF
PNG
BMP
TARGA
JPEG 2000
OpenEXR

Экспорт текстуры

JPG
TIFF
PNG
BMP
TARGA
JPEG 2000
OpenEXR

Приложение С. Модели дисторсии камеры

Модель дисторсии описывает трансформацию координат точки в локальной системе координат камеры в координаты в пикселях кадра (сенсора).

Начало координат локальной системы координат камеры находится в центре проецирования камеры. Ось Z указывает в направлении взгляда, ось X направлена вправо, ось Y - вниз.

Начало системы координат кадра (сенсора) находится в верхнем левом пикселе кадра, координаты центра которого (0.5, 0.5). Ось X направлена вправо, ось Y - вниз. Координаты кадра измеряются в пикселях.

Ниже приведены уравнения для расчета проекции точек локальной системы координат камеры на плоскость кадра для каждой из поддерживаемых моделей дисторсии.

В уравнениях использованы следующие параметры:

(X, Y, Z) - координаты точки в локальной системе координат камеры,

(u, v) - координаты точки, в проекции на плоскость кадра (в пикселях),

f - фокусное расстояние,

c_x, c_y - смещение кардинальной точки,

K_1, K_2, K_3, K_4 - коэффициенты радиальной дисторсии,

P_1, P_2, P_3, P_4 - коэффициенты тангенциальной дисторсии,

B_1, B_2 - коэффициенты аффинитета и неортогональности,

w - ширина кадра в пикселях,

h - высота кадра в пикселях.

Кадровая камера

$$x = X / Z$$

$$y = Y / Z$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x' = x(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_1(r^2+2x^2) + 2P_2xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

$$y' = y(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_2(r^2+2y^2) + 2P_1xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

$$u = w * 0.5 + c_x + x'f + x'B_1 + y'B_2$$

$$v = h * 0.5 + c_y + y'f$$

Камера "Рыбий глаз"

$$x_0 = X / Z$$

$$y_0 = Y / Z$$

$$r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$$

$$x = x_0 * \tan^{-1} r_0 / r_0$$

$$y = y_0 * \tan^{-1} r_0 / r_0$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x' = x(1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6 + K_4 r^8) + (P_1(r^2 + 2x^2) + 2P_2 xy)(1 + P_3 r^2 + P_4 r^4)$$

$$y' = y(1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6 + K_4 r^8) + (P_2(r^2 + 2y^2) + 2P_1 xy)(1 + P_3 r^2 + P_4 r^4)$$

$$u = w * 0.5 + c_x + x'f + x'B_1 + y'B_2$$

$$v = h * 0.5 + c_y + y'f$$