УНИКАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ





Николай Бертрам,
Доктор технических наук института производственных технологий и дизайна Фраунгофера IPK, Берлин, Германия

Более 20 лет назад эта технология была использована для разработки уникальной технологии для автоматизированной виртуальной реконструкции рванных, испорченных и поврежденных документов, успех которой привел к присуждению Европейской премии EATO Award в 2013 году в Брюсселе

» Институт производственных технологий и дизайна Фраунгофера в Берлине IPK в течение десятилетий разрабатывает инновационные методы обработки изображений и распознавания образов. Более 20 лет назад эта технология была использована для разработки уникальной технологии для автоматизированной виртуальной реконструкции поврежденных документов, успех которой привел к присуждению Европейской премии EATO Award в 2013 году в Брюсселе.

Эта технология имеет особое значение для восстановления разрушенных или поврежденных культурных ценностей. Тем самым в последние годы она нашла широкое применение. Социально-культурные ценности, которые были повреждены стихийными бедствиями, террористическими нападениями или ненадлежащим хранением, должны быть повторно использованы и стать доступными для широкой общественности. Первыми проектами являлись оцифровка и реконструкция спасенных фрагментов разрушенного исторического архива города Кельна, а также реконструкция текстового контекста в изношенных рукописях универсального ученого Готфрида Вильгельма Лейбница.

На международном уровне следует подчеркнуть текущий проект по спасению древних рукописей в Армении, в сотрудничестве с Институтом Месропа Маштоза, Матенадаран, при поддержке Министерства иностранных дел Армении. Институт располагает одной из крупнейших в мире коллекций рукописей и книг древней и средневековой армянской науки и литературы, что дает уникальное свидетельство культуре страны. Сохранение и восстановление этих уникальных рукописей имеет не только национальное, но и международное значение. Части коллекции Матенадаранов были добавлены в коллекцию всемирного регистра ЮНЕСКО «Память мира» в 1997 году.

Реконструкция фрагментированных объектов

Области применения для автоматизированной виртуальной реконструкции не ограничиваются двумерными объектами, такими как бумага. В IPK Фраунгофера концепция для автоматизированной виртуальной реконструкции трехмерных объектов с плоской поверхностью уже разработана. Эти объекты хорошо работают для начальных экспериментов в этой области, потому что не требуется сложное трехмерное обнаружение фрагментов. Вместо этого реконструкция, основанная на информации о поверхности, запрашивается по аналогии с оценкой контуры и текстуры 2D-области. Кроме того, и здесь подход выходит за рамки 2D-реконструкции – толщина объектов в линиях разломов используется для поиска парных образцов.



Часовня наследственного место захоронения Буххольц в Бредерейше

Таким образом, эта процедура представляет собой промежуточный этап для «истинной» 3D-реконструкции: оценивается 2D-изображение страницы объекта, дополненное информацией о глубине. Поэтому можно назвать данный метод реконструкцией 2.5D. Из нескольких 2.5D-изображений, которые отображают все области поверхности объекта, можно создать дополнительные 3D-объекты на следующем этапе.

Пример применения 1: «Лейбницские фрагменты»: мысленное здание из бумажных фрагментов для назначения

Вместе с библиотекой Готфрида Вильгельма Лейбница «Образцовая фабрика» (MusterFabrik) и сотрудниками издания Академия Лейбница, были от редактированы цифровые фрагменты из листовой бумаги на 7 200 листов Математика. Во-первых, каждый документ, многие из которых фрагментированы, должен сканироваться с двух сторон. Передняя и задняя части должны быть записаны конгруэнтно и детализированы за один раз. Это основное требование, чтобы позже получить фрагменты виртуальной реконструкции похоже на подход человека к созданию головоломок. В основе лежат сложные алгоритмы обработки изображений и распознавания образов, которые могут использоваться для сборки отсканированных фрагментов бумаги для завершения страниц в мастере. Виртуальная головоломка решает, сочетаются ли две части на основе множества функций, принимая во внимание, среди прочего, углы, границы, линии, ребра и края. Таким образом, программное обеспечение распознает, могут ли быть отрезаны фрагменты, независимо от того, описал ли Лейбниц фронт и обратные страницы и многое другое.

Если на изношенных кромках нет текстов или другой информации переднего плана, его можно решить вручную, основываясь на структуре сетки бумаги, независимо от того, сочетаются ли детали или нет. Он также рассмотрел, как водяные знаки можно визуализировать и оценивать. Выполнение заданий на основе водяных знаков – совершенно новая научная основа. Это также относится к комбинации математических формул или диаграмм, которые ранее были разделены смелым силуэтом руки Лейбница. В дополнение к контурам бумаги ценная информация также обеспечивает ее цвет: фрагменты имеют разную степень пожелтения. Задача состоит в том, чтобы адаптировать алгоритмы Фраунгофера к этим условиям. То, что подходит, затем объединяется программным обеспечением «Матчи» на компьютере.



Библиотека Готфрида Вильгельма Лейбница – Государственная библиотека Нижней Саксонии

Пример применения 2: Вспомогательная цифровая реконструкция 2.5D культурных ценностей

Чтобы поддержать реставраторов и археологов в этой работе, Фраунгофера IPK и Muster Fabric Berlin разработали методы цифровой реконструкции и сокращения многоотраслевых многомерных объектов в рамках проекта исследований и разработок. Демонстранты были 2.5D-сканером и прототипом поддерживаемой ИТ-системой помощи в восстановлении поврежденных культурных ценностей.

В качестве справочного материала были представлены обрезанные фрагменты стеклянной мозаики из бывшей часовни захоронения Буххольца в Бредерейше, Фюрстенберг, Гавел, примерно в 100 километрах к северу от Берлина. Примерно 1400 фрагментов разного размера, вновь открывшихся во время строительных работ на этом объекте, подлежали цифровой реконструкции и добавлению к элементарным остаткам стеклянных мозаичных изображений. Из первоначального состояния стеклянных мозаик, которые

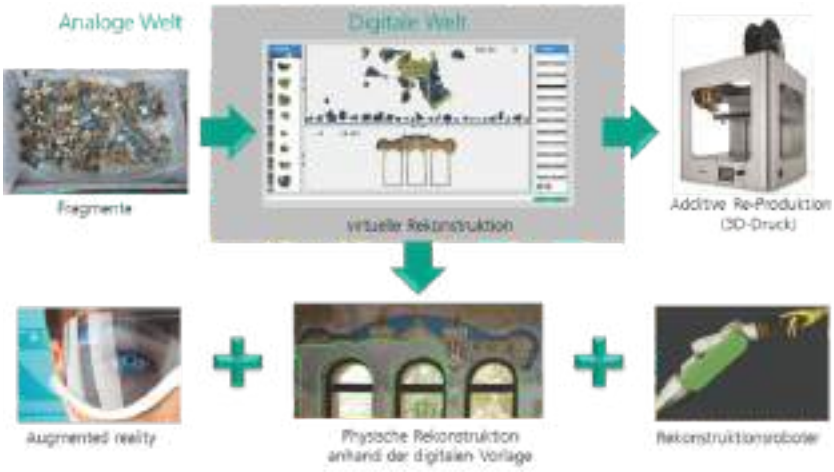
Вцелях поддержки реставраторов и археологов Fraunhofer IPK и MusterFabrik Berlin разработали методы цифровой реконструкции и сокращения многоотраслевых многомерных объектов в рамках проекта исследований и разработок

1400 фрагментов разного размера, вновь открывшихся во время строительных работ на объекте, подлежали цифровой реконструкции и добавлению к элементарным остаткам стеклянных мозаичных изображений



Стеклянные мозаичные фрагменты. Часовня наследственного места захоронения Буххольц в Бредерейше


Пользовательский интерфейс системы поддержки реконструкции



С проектом цифровой реконструкции фрагментов стеклянной мозаики Fraunhofer IPK и MusterFabrik Berlin отошли от двумерной (2D) к многомерной (2.5D) реконструкции поврежденных культурных ценностей

были расположены на трех стенах бывшей часовни, не было никаких фотографий или шаблонов.

Прототип системы поддержки реконструкции активно поддерживает пользователя при решении задач реконструкции. В дополнение к предварительной сортировке частей фрагмента и оценке предложений сопряжения, это включает сборку соответствующих элементов и наконец, поиск собранных фрагментов в шаблоне. Таким образом, в конкретном приложении исходное изображение стеклянной мозаики создается цифровым способом шаг за шагом. На последнем этапе реставратор может использовать шаблон для реальной физической реконструкции. С проектом цифровой реконструкции фрагментов стеклянной мозаики Фраунгофера IPK и Muster Fabric Berlin отошли от двумерной (2D) к многомерной (2.5D) реконструкции поврежденных культурных ценностей.

Музеи и коллекции по всему миру вмещают сотни тысяч таких артефактов, многие из которых разбиты на мелкие фрагменты. Таким образом, возможны различные варианты использования методов и прототипов, разработанных в проекте.

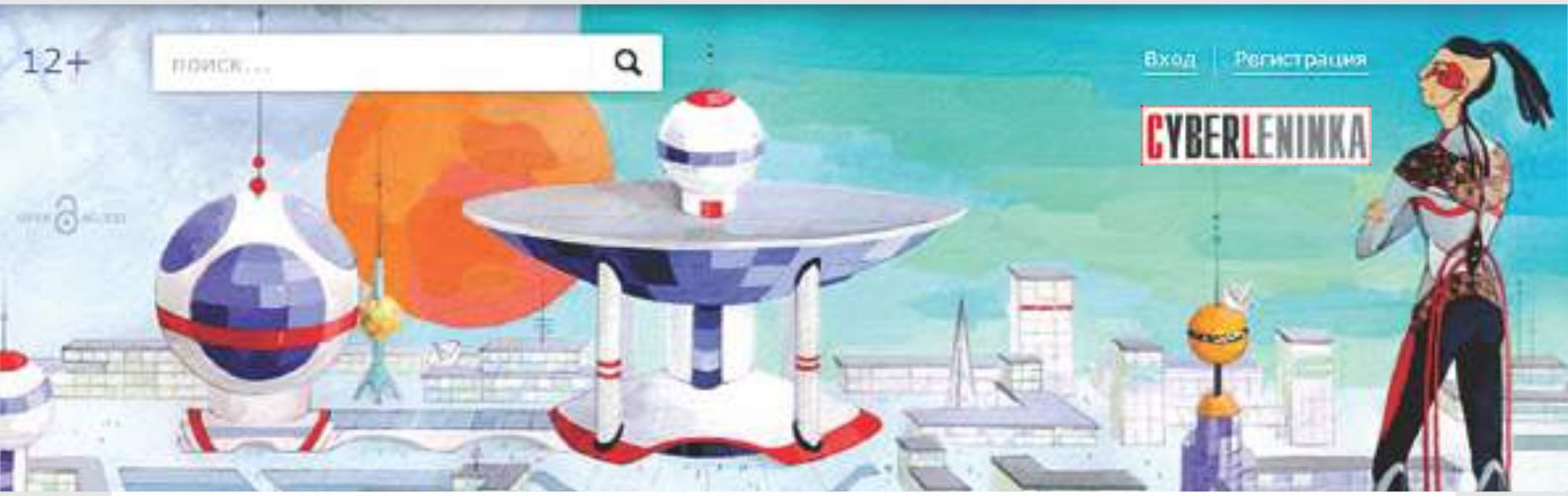
Автоматизированные системы реконструкции

На основе цифрового шаблона физическая реконструкция может быть выполнена после виртуальной реконструкции. В будущем проверенные технологии и инструменты из технологии производства могут быть использованы для автоматизации этапов процесса, таких как обработка и позиционирование фрагментов. С очками Augmented Reality реставратор специально поддерживается и может эффективно выполнять объединение фрагментов.

Многие задачи по реконструкции характеризуются большим количеством фрагментов (часто в диапазоне от четырех до пяти цифр), сложной геометрией фрагментов, а также труднодоступными местами установки. Такие проекты экономически осуществимы только в том случае, если можно добиться высокой степени автоматизации процессов подачи и обработки. Эти проблемы ускорят развитие роботов-конструкторов. Реконструктивные роботы наряду с оцифровкой обеспечивают массовую оцифровку фрагментов, затем образуют системы высокой надежности. Во многих проектах по реконструкции видно, что фрагменты не полностью присутствуют. В будущем технологии 3D-печати будет предложена возможность повторного создания недостающих фрагментов в соответствии с цифровым шаблоном с использованием так называемых аддитивных методов. Это процесс позволяет завершить объект, подлежащий реконструированию.

Николай Бертрам, Германия, Берлин Фраунгофер IPK технологик ишлаб чиқариш ва дизайн илмий тадқиқот институтининг техника фанлари доктори

Мақола муаллифи ноёб технологик автоматлаштирилган реконструктив ишлаб чиқаришни қўллаш орқали дунёдаги бир қанча маданий мерос ва ёдгорликларни қайтадан тиклашда ижобий натижаларни қўлга киритганликлари хусусида фикр ва таклифларни баъён этган. Берлиндаги Фраунгофер IPK технологик ишлаб чиқариш ва дизайн илмий тадқиқот институти ўтган ўн йилликда ишлаб чиққан инновацион усуллар намуналари, ёзма ҳужжатлар ва тасвирларни дастлабки ҳолатини аниқлашда олинган самаралари натижалари учун 2013 йилда Европанинг Брюссель шаҳрида таъсис этилган халқаро EATO Award мукофотини олишга муяссар бўлган. ■



НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «КИБЕРЛЕНИНКА»

Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал



Издательский дом «Юр-ВАК» представляет специализированный журнал о действенных механизмах защиты бизнеса в России, законах и правоприменении в бизнесе, экономических аспектах в коммерческой деятельности

3437 статей ВАК

Пробелы в российском законодательстве



Издательский дом «Юр-ВАК» представляет специализированный журнал о действенных механизмах защиты бизнеса в России, законах и правоприменении в бизнесе, экономических аспектах в коммерческой деятельности

2691 статей ВАК

CYBERLENINKA – научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. КиберЛенинка строится на основе парадигмы открытой науки (Open Science).

CYBERLENINKA поддерживает распространение знаний по модели открытого доступа (Open Access), обеспечивая бесплатный оперативный доступ к научным публикациями в электронном виде, которые в зависимости от договорённостей с правообладателем размещаются по лицензии Creative Commons Attribution (CC-BY).



Библиотека комплектуется научными статьями, публикуемыми в журналах России и ближнего зарубежья, в том числе, научных журналах, включённых в перечень ВАК ведущих научных издательств для публикации результатов диссертационных исследований.

Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе и могут быть найдены как с помощью популярных поисковых систем, так и посредством системы полнотекстового научного поиска с поддержкой русской морфологии на сайте библиотеки.

Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

Национальная библиотека Узбекистана имеет доступ к научно-образовательной базе **www.cyberleninka.ru** CYBERLENINKA