

X-SLAM: сверхмалоракурсная томография с произвольным позиционированием источника рентгеновского излучения

Д.П. Николаев¹, М.В. Чукалина¹, М.И. Гильманов¹, Д.Д. Казимиров¹, А.А. Киркича¹, Л.Ю. Коляскин¹, О.А. Бугай¹, А.В. Бузмаков¹, Д.В. Полевой¹, Н.Н. Потрахов², В.В. Арлазаров².

¹ ООО «Смарт Энджинс Сервис», проспект 60-летия Октября, дом 9, Москва, Россия, 119333

² СПбГУ «ЛЭТИ», ул. Профессора Попова, дом 5 литера Ф, Санкт-Петербург, Россия, 197022

Метод компьютерной томографии, позволяющий визуализировать локальную внутреннюю морфологическую структуру объектов, зондируемых рентгеновским излучением, без их физического разрушения, существует уже более ста лет. 3D цифровое изображение объекта реконструируется из набора измеряемых рентгенограмм, собранных от объекта с разных ракурсов. Входными параметрами реконструктора являются параметры, описывающие зондирующий пучок, точные координаты положения источника рентгеновского излучения, точные координаты положения регистратора рентгеновского излучения и координаты положения объекта в системе координат, привязанной к источнику, детектору или объекту. Отклонение передаваемых в реконструктор значений параметров приводит к искажениям восстанавливаемого изображения. Параметры задаются жесткой конструкцией томографа. В данной работе мы представляем нашу новую технологию, названную X-SLAM (X-ray simultaneous localization and mapping) или сверхмалоракурсная томография с произвольным позиционированием источника рентгеновского излучения [1].

Устройство, реализующее технологию, - это портативный томограф. Он представлен портативным рентгеновским источником, портативным позиционно-чувствительным детектором, ноутбуком (рис.1) и полностью уместается в чемодан.

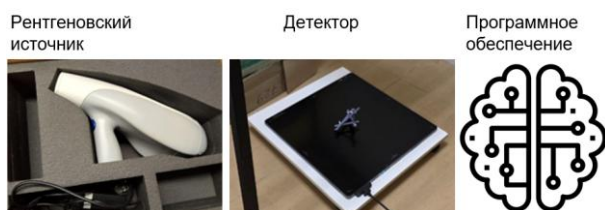


Рис. 1. Части портативного томографа.

Томографируемый объект размещается на поверхности детектора. На ней же размещен якорный объект. Источник рентгеновского излучения находится в руке специалиста, что позволяет снимать рентгенограммы с произвольных (доступных) ракурсов. Принципиальная схема представлена на рисунке 2 (центральный рисунок). Это позволяет использовать портативный томограф для дефектоскопии узлов и механизмов в сборе, причем не обязательно в помещениях ОТК. Есть возможность проводить съемку прямо по месту их эксплуатации. Также благодаря небольшому весу, удобству перемещения, отсутствию необходимости специального размещения объекта в поле вида томографа с жесткой конструкцией, портативный томограф может

найти свое применение в медицине катастроф, машинах скорой помощи, больницах, расположенных в труднодоступных районах, куда невозможно доставить медицинский рентгеновский томограф.

Пространственное разрешение и чувствительность, как способность обнаружения морфологической особенности в локальном объеме, в портативном томографе определяются параметрами источника, параметрами детектора, поглощательными свойствами объекта, точностью алгоритмов позиционирования и, собственно, реконструкции. Алгоритм позиционирования определяет значения параметров, описывающих взаимное положение источника-объекта-детектора.

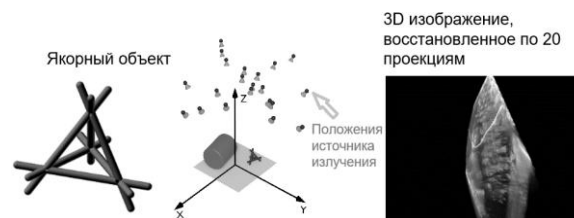


Рис. 2. Слева направо: изображение якорного объекта; принципиальная схема сбора рентгенограмм; результат реконструкции по 20 проекциям.

Алгоритм реконструкции строит 3D цифровое изображение томографируемого объекта, которое может быть подвергнуто полноценному анализу. На рисунке 2 справа приведено изображение, восстановленное с использованием программного обеспечения STE [3]. Для съемки проекций были использованы аппарат рентгеновский острофокусный Пардус-Р в режиме 65 кВ, 150 мкА, масса 2.5 кг и цифровой плоскостанельный детектор InnoCare Optoelectronics Corp.

В докладе будут представлены основные этапы работы программной части портативного томографа.

1. Д.Д. Казимиров, М.И. Гильманов, А.В. Бузмаков, М.В. Чукалина, Д.П. Николаев, В.В. Арлазаров. Патент № 2853017, 05.08.2025, Роспатент, (2025).
2. М.В. Чукалина, А.С. Ингачева, М.И. Гильманов, А.В. Ямаев, А.В. Бузмаков, Д.Д. Казимиров, М.С. Шутков, Ж.В. Солдатова, А.А. Смолин, Д.В. Полевой, Д.П. Николаев, В.В. Арлазаров. Третья Международная Конференция "Физика конденсированных состояний" ФКС-2023, (2023), 136, DOI 10.26201/ISSP.2023/FKS-3.33.