

Метод формирования трехмерных псевдоголографических цифровых водяных знаков

Ю.Д. Выборнова¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

В статье предлагается метод формирования трехмерных псевдоголографических цифровых водяных знаков (псевдоголограмм), который может применяться для защиты 3D-моделей от несанкционированного распространения и подделки. Так называемые псевдоголограммы представляют собой трехмерные синусоидальные сигналы, полученные путем перехода от искусственно созданного трехмерного спектра, импульсы которого служат ключом, используемым для верификации.

Ключевые слова

Цифровой водяной знак, трехмерная графика, дискретное преобразование Фурье, интерполяция

1. Введение

Несмотря на некоторые особенности трёхмерных векторных данных, известные на сегодняшний день методы их защиты с помощью цифровых водяных знаков (ЦВЗ), например [1-4], наследуют некоторые недостатки методов встраивания ЦВЗ в двумерные векторные данные, а именно отсутствие необходимой стойкости к искажениям и необходимость упорядочения и индексации векторных ячеек нерегулярной сети при встраивании и извлечении. Таким образом, разработка новых методов встраивания ЦВЗ в 3D-модели представляет собой актуальную научную задачу.

Для решения данной задачи предлагается модификация метода формирования псевдоголографических цифровых водяных знаков (псевдоголограмм), предложенного ранее в [5].

2. Предлагаемый метод

Основная идея метода заключается в том, чтобы в качестве ЦВЗ использовать трехмерные псевдоголографические сигналы. Для формирования такого сигнала необходимо искусственно синтезировать его трехмерный спектр путем расставления равноотстоящих пиков на сферической поверхности и последующего вычисления трехмерного обратного дискретного преобразования Фурье. Для того, чтобы полученная в результате псевдоголограмма была представлена вещественными значениями, необходимо, чтобы пики были симметричны относительно центра.

3. Результаты

На Рисунке 1 представлен пример сформированного трехмерного спектра, состоящего из 100 пиков. На Рисунке 2 представлен пример трехмерной псевдоголограммы размерами $X \times Y \times Z = 256 \times 256 \times 256$, соответствующей спектру на Рисунке 1. Из рисунка видно, что 3D-псевдоголограмма представляет собой набор схожих синусоидальных сигналов. Для $z = \bar{1}, \bar{Z} = \bar{1}, 256$ все сигналы имеют одинаковый амплитудный спектр, но различаются по фазе.

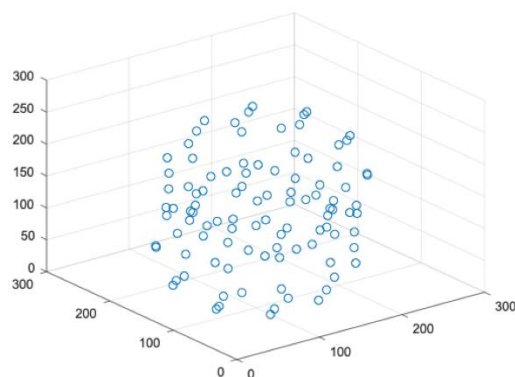


Рисунок 1: Пример расставления импульсов на трехмерном спектре

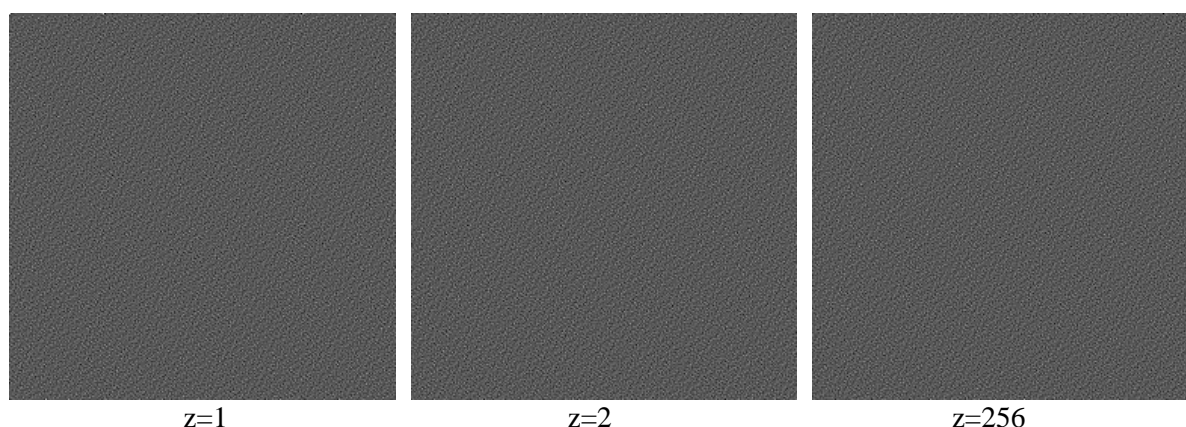


Рисунок 2: Пример трехмерной псевдоголограммы

4. Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-29-09045, № 19-07-00474.

5. Литература

- [1] Alenizi, F.A. 3D mesh robust watermarking technique for ownership protection / F.A. Alenizi, F. Kurdahi, A. Eltawil // Proceedings of 51st Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, ACSSC. – 2018. – P. 217-222.
- [2] Borah, S. Achieving robustness of mesh watermarking techniques toward mesh geometry and topology-invariant operations / S. Borah, B. Borah // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2019. – Vol. 104. – P. 721-728.
- [3] Hamidi, M. Blind robust 3D mesh watermarking based on mesh saliency and wavelet transform for copyright protection / M. Hamidi, A. Chetouani, M. El Haziti, M. El Hassouni, H. Cherifi // Information (Switzerland). – 2019. – Vol. 10(2). – P. 67.
- [4] Borah, S. A Blind, Semi-Fragile 3D mesh Watermarking Algorithm Using Minimum Distortion Angle Quantization Index Modulation (3D-MDAQIM) / S. Borah, B. Borah // Arabian Journal for Science and Engineering. – 2019. – Vol. 44(4). – P. 3867-3882.
- [5] Выборнова, Ю.Д. Метод защиты векторных карт с использованием изображения ЦВЗ как вторичного контейнера / Ю.Д. Выборнова, В.В. Сергеев // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, № 3. – С. 474-483. DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-3-474-483.