

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Оценка локального контраста изображения

Зина К.С.¹, Жулин С.С.², Ильин А.А.³

1 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, 2 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, 3 - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия
E-mail: krisgrey@mail.ru

Зрение позволяет человеку выделять из всего окружающего многообразия значимые черты и формы, оставляя за пределами восприятия незначительные подробности. Этому способствуют биологические механизмы контрастного восприятия, такие как механизм латерального торможения. Моделирование преимуществ зрительной системы помогает при решении задач обработки изображений (например, задачи улучшения контраста).

Во многих случаях определение контраста представляет из себя отношение разницы освещенности к средней освещенности, что объясняется законом Вебера-Фехнера. Простые модели контраста (контраст по Веберу, контраст по Микельсону, средне-квадратичный контраст) весьма условны и не могут использоваться в задаче моделирования восприятия локального контраста человеком. Модели более сложного вида ([1], [2] и [3]) либо недостаточно точно моделируют процессы зрительной системы, либо не обеспечивают достаточной универсальности входных данных.

В данной работе в качестве оценки контраста изображения предлагается использовать не число, а *карту локального контраста (LC)*- матрицу размером с исходное изображение, элементы которой могут принимать значения от 0 до 1. Предполагается, что угловой размер изображения при наблюдении не превосходит 20° , то есть оно целиком проецируется на центральную область сетчатки.

Для описания зависимости контрастной чувствительности от пространственных частот используют функцию контрастной чувствительности (CSF – Contrast Sensitivity Function). Она показывает, какой минимальный контраст (по Микельсону) необходим для восприятия синусоиды данной пространственной частоты. Пример графика функции представлен на рисунке 1.

Предложенный метод использует данные замеров CSF и состоит в следующем. Сначала входное изображение (I) переводится в пространство Фурье (преобразование F), где раскладывается на частотные компоненты (ch) с помощью логарифмических фильтров Габора ($\log Gabor$). Эти компоненты затем суммируются по Минковскому в исходном пространстве с весами, соответствующими функции контрастной чувствительности для центральной частоты текущей полосы (f_{ch}). Для нормализации матрица делится на фиксированное значение максимума CSF. Обобщенно работа метода описывается формулой:

$$LC(x,y) = \frac{1}{\max_f CSF(f)} \left(\sum_{ch=1}^k \left(CSF(f_{ch}) F^{-1} \left(\log Gabor(ch) F(I(x,y)) \right) \right)^{mink} \right)^{\frac{1}{mink}}$$

Метод работает на широком классе данных, позволяет выделить части изображения, сильнее влияющие на восприятие, а следовательно не только увеличить контрастность

конкретного изображения, но и сделать выводы об информативности для зрения человека различных деталей. Примеры работы метода представлены на рисунке 2.

Литература

1. Eli Peli, «Contrast in complex images» (1990) // J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 7, No. 10
2. Andrew B. Watson, Albert J. Ahumada, Jr. «A standard model for foveal detection of spatial contrast» (2005) // Journal of Vision (2005) 5, 717–740
3. Meese, T. S. “Spatially extensive summation of contrast energy is revealed by contrast detection of micropattern textures.” (2010). // Journal of Vision, 10(8):14, 1–21

Иллюстрации

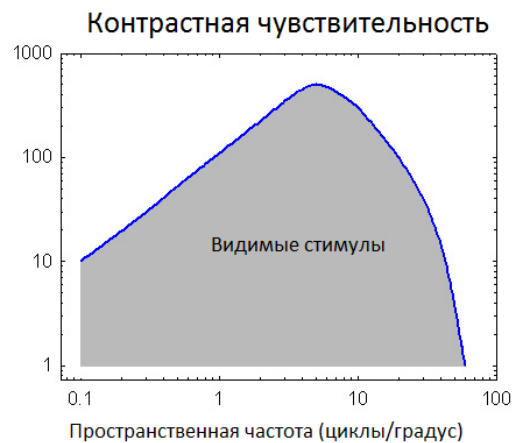


Рис. 1: Пример графика функции контрастной чувствительности.

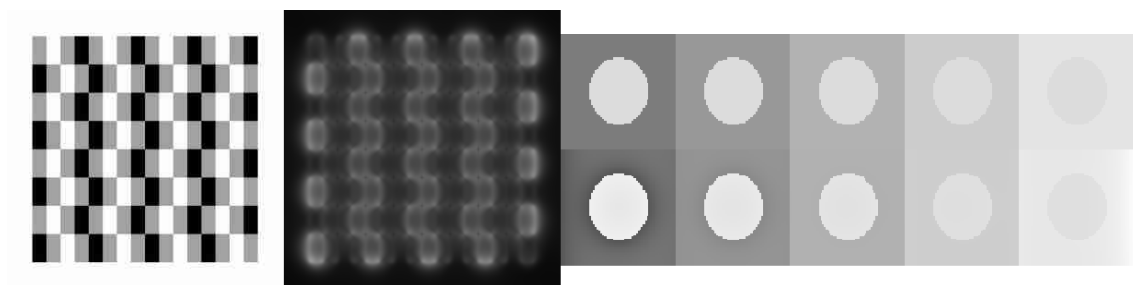


Рис. 2: Исходное изображение и карта локального контраста(слева). Исходное изображение и изображение с повышенной контрастностью (справа).