Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
факультет Вычислительной математики и кибернетики
кафедра Вычислительных методов

Презентация диплома

«Исследование возможности улучшения качества терагерцовых изображений»

Докладчик: Кучик Игорь, гр.504
Научный руководитель: Трофимов В.А.

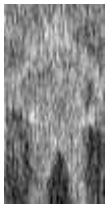
Пассивные терагерцовые системы сканирования

Brijot, 280 GHz

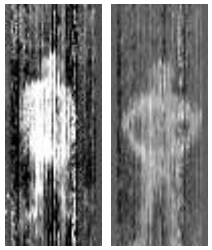
ThruVision, 250 GHz

Capital Normal University

Устройство 1
94 GHz
размеры 100*50



Устройство 2
220 GHz
размеры 100*50



Устройство 3
350GHz
размеры 121*48

Устройство 4
94 GHz
размеры 200*100

Особенностью данных изображений является то, что они содержат **малое количество пикселей** по сравнению с традиционными изображениями (фотографии и пр.). Сами системы являются безопасными для человека и работают **в режиме реального времени от 5 до 12 кадров в секунду**.

- Цели: улучшить качество изображения предмета (выделить предмет), при этом качество изображения тела человека не является главным.

  Изображения получены от различных зарубежных компаний и университетов в форматах BMP и PNG (8, 16 и 24 бит).

- Возможные подходы к решению задачи, использованные в дипломе:
  - реализация метода на основе сингулярного разложения матриц и его модификации
  - реализация метода на основе преобразования Фурье и его модификации

SVD-метод

Сингулярное разложение матрицы - представление m n матрицы **A** в виде

$$\mathbf{A} = \mathbf{U\Sigma V}^{T}$$

где **U** и **V** - ортогональные соответственно m m и n n матрицы, **Σ** - прямоугольная диагональная матрица m n; $\Sigma = \mathrm{diag}(\sigma_1,\sigma_2,\ldots,\sigma_r)$, $r = \min(m,n)$.

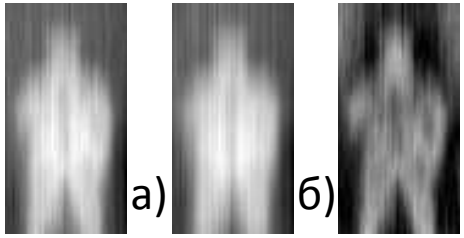
Способ применения:

представим растровое изображение в виде матрицы **A** и проведём SVD-разложение, в результате которого получим матрицы **U, V** и **Σ**. Преобразуя эти матрицы различными методами, получаем новые **U´, V´** и **Σ´**, с помощью которых находим новую матрицу **A´ = U´Σ´V´**^{T}.

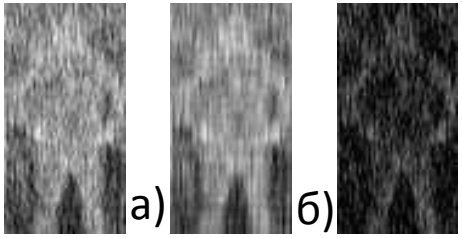
100*50, CNU, 94 GHz

а) б)

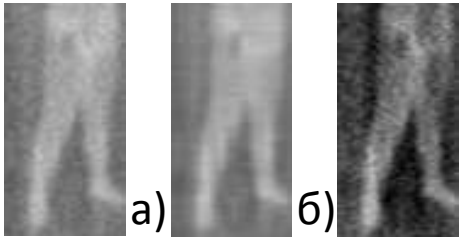
Результаты обработки SVD-методом



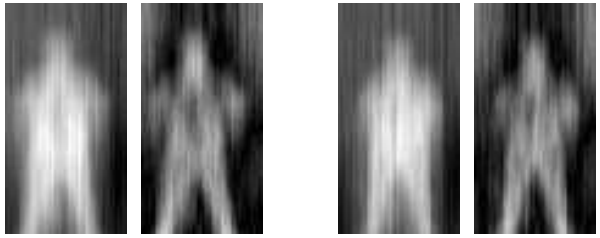
CNU, 94 GHz, 100*50



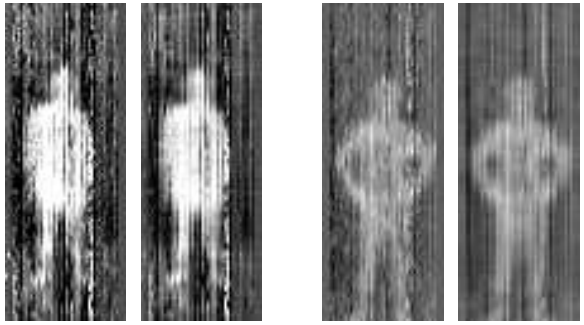
CNU, 220 GHz, 100*50



BRIJOT, 280 GHz, 94*50



CNU, 94 GHz, 100*50



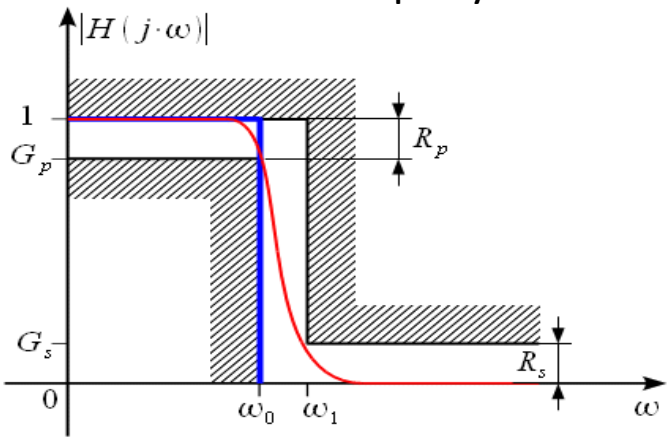
CNU, 350 GHz, 121*48

CNU, 94 GHz, 100*50

CNU, 94 GHz, 200*100

Фильтр Баттерворта

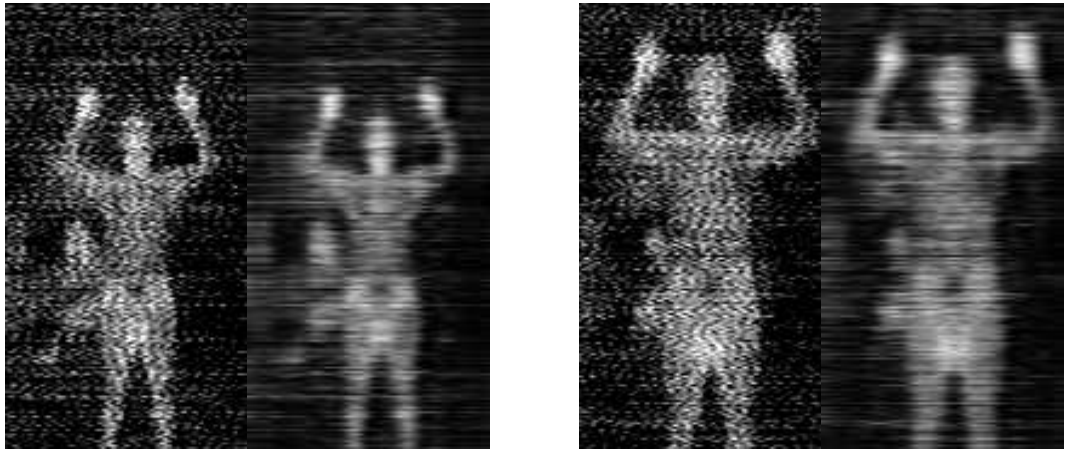
Фильтра Баттерворта - один из типов электронных фильтров, проектирующийся так, чтобы его амплитудно-частотная характеристика была максимально гладкой на частотах полосы пропускания



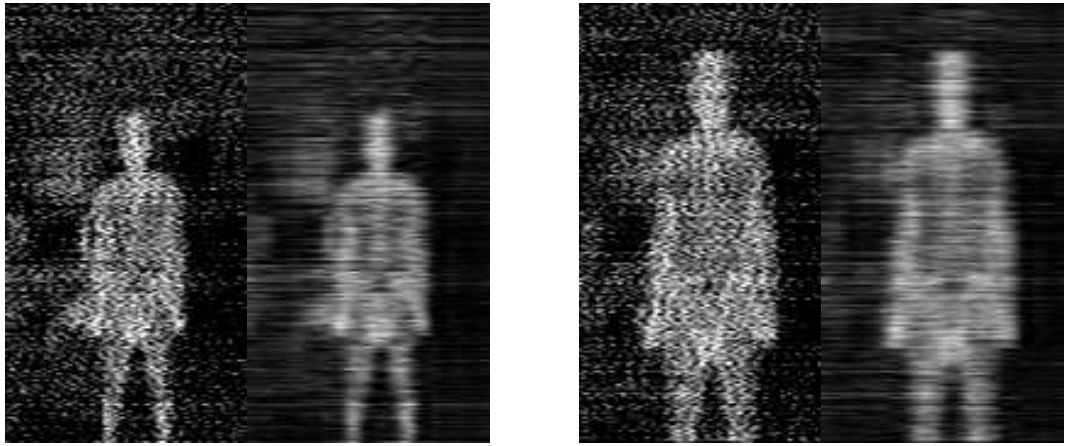
Исходными данными для расчета фильтра Баттерворта служат: частота среза w_0, переходная полоса, задаваемая w_1, допустимое искажение в полосе пропускания R_p и требуемое подавление в полосе заграждения R_s.

Расчёт передаточной функции фильтра $$|H(s)|^2 = \frac{1}{1+\varepsilon_p^2\cdot(-1)^N\cdot s^{2\cdot N}}$$, где N – порядок фильтра.

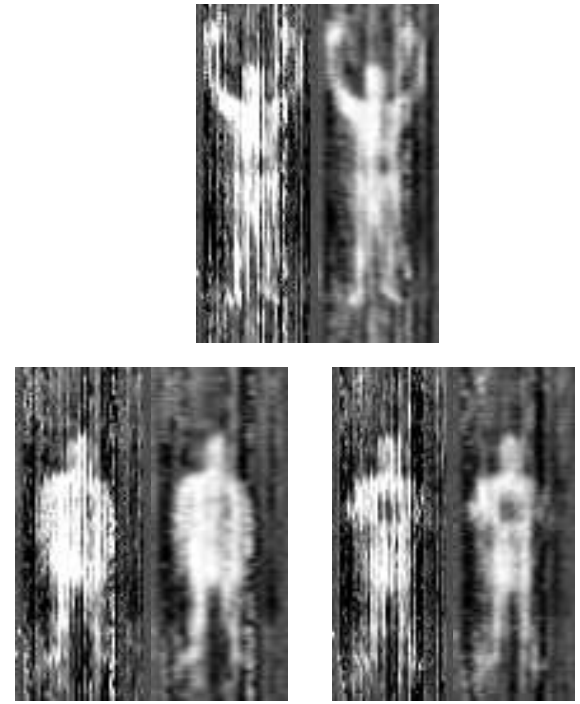
Совместное применение SVD-метода с фильтром Баттерворта



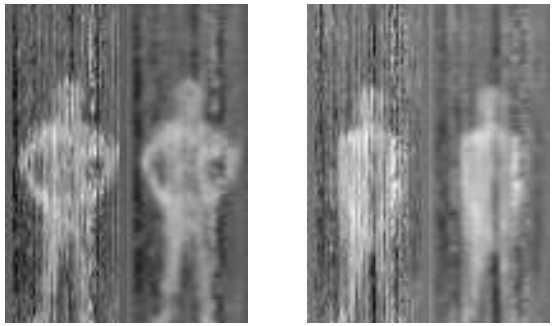
CNU, 94 GHz, 200*100



CNU, 94 GHz, 200*100



CNU, 350 GHz, 121*48



CNU, 350 GHz, 121*48

Фурье-метод

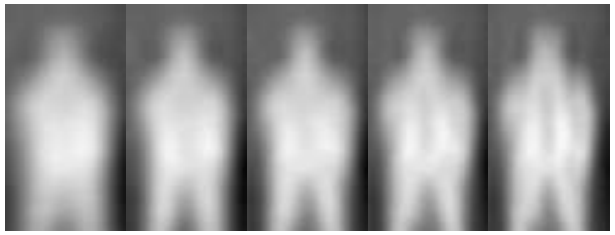
Преобразование Фурье: функция f, заданная в конечном числе точек $x_j = j / N$, $j = 0,\ldots, N-1$ представляется в виде разложения

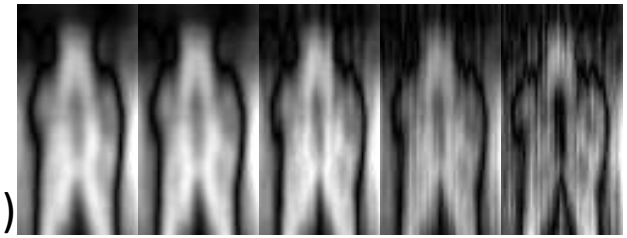
$$f(x_j) = \sum_{k=0}^{N-1} c_k e^{2\pi i k x_j},$$

где $0 \le j < N$, а коэффициенты c_k - коэффициенты Фурье,

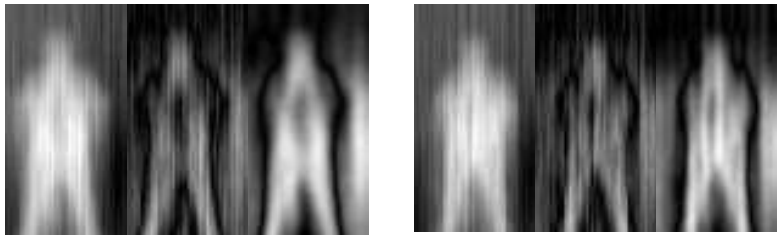
$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f(x_l) e^{-2\pi i k x_l}.$$

CNU, 94 GHz, 100*50

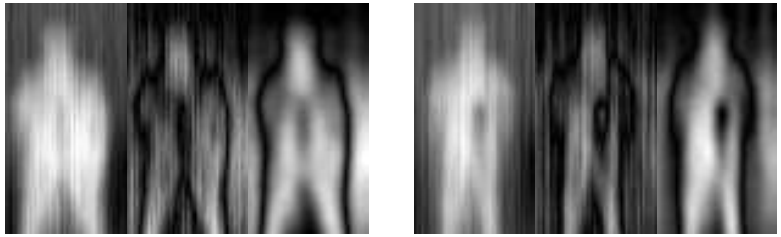
а) 

б) 

Результаты обработки Фурье-методом

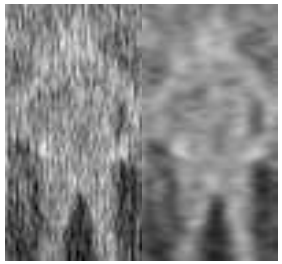


CNU, 94 GHz, 100*50

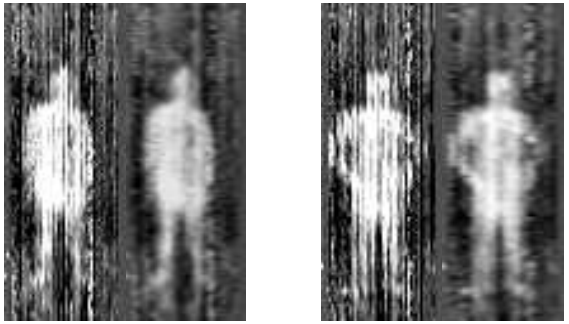


CNU, 94 GHz, 100*50

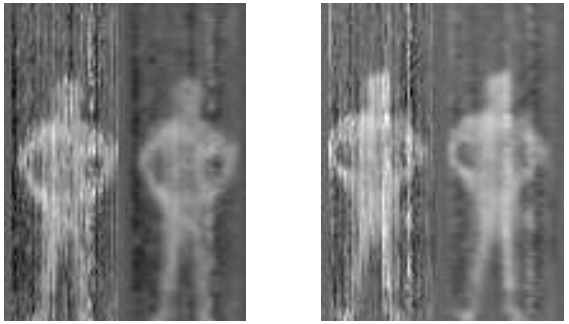
BRIJOT, 280 GHz, 94*50



CNU, 220 GHz, 100*50



CNU, 350 GHz, 121*48



CNU, 350 GHz, 121*48

Выводы:

- рассмотренные методы обработки позволили существенно улучшить качество терагерцовых изображений
- для отдельных видов изображений удалось значительно подавить шум
- результаты обработки показали, что изображения от различных терагерцовых систем сканирования требуют индивидуальных настроек фильтров

Рассмотренные методы и их модификации реализованы в виде набора программ, с помощью которых проведена обработка изображений.

Основные результаты опубликованы в статьях:

- Trofimov V.A., Trofimov V.V., Kuchik I.E., Yuan-meng Zhao, Chao Deng, Xin Zhang, Cun-lin Zhang. **Computer processing of image captured by the passive THz imaging device as an effective tool for its de-noising.** // In “Infrared, Millimeter-Wave, and Terahertz Technologies II”. Proceedings of SPIE. 2012. V. 8562. P. 856207 (17 pages).

- Трофимов В.А., Трофимов В.В., Кучик И.Е. **Компьютерная обработка изображений, формируемых коммерчески доступными пассивными терагерцовыми камерами, - эффективный путь повышения их пространственного разрешения.** // Сборник материалов “Третьей международной научно-практической конференции Интеллектуальные системы на транспорте”. 3-5 апреля 2013 г. Санкт-Петербург. 2013. С. 1-7.

- Трофимов В.А., Трофимов В.В., Кучик И.Е. **Компьютерная обработка изображений, формируемых коммерчески доступными пассивными терагерцовыми камерами, - эффективный путь повышения их пространственного разрешения.** // Сборник тезисов “Третьей международной научно-практической конференции Интеллектуальные системы на транспорте”. 3-5 апреля 2013 г. Санкт-Петербург. 2013. С.56.

Участие в гранте РФФИ N 12-01-13107 офи_м_РЖД - Конкурс ориентированных фундаментальных исследований в интересах ОАО "РЖД" 2012 года “Разработка алгоритмов спектральной динамики для обработки диагностической информации и критериев ее оценки в реальном времени”.

Спасибо за внимание.