

Получение нотной записи одноголосного музыкального сигнала

Сергей Илья Дмитриевич, 545 гр.

Санкт-Петербургский Государственный Университет
Математико-Механический Факультет
Кафедра Системного Программирования

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Барабанов А. Е.
Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Граничин О. Н.

Санкт-Петербург
2008г.

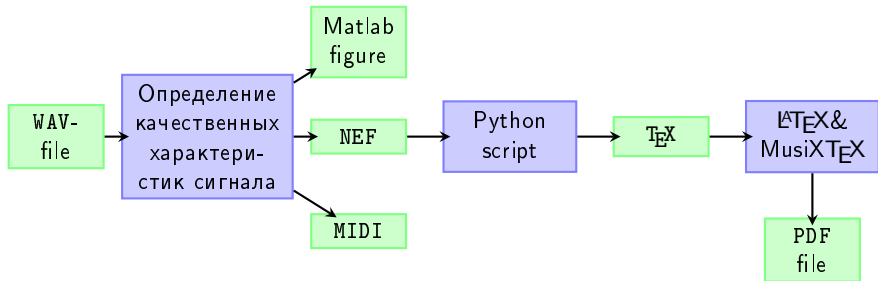
Актуальность проблемы

- Получение нотной записи по оцифрованному музыкальному сигналу
- Конвертирование оцифрованного сигнала в MIDI-представление (*Musical Instrument Digital Interface*)
- Определение „похожести“ двух мелодий
- Индексация музыкальных баз данных по фрагментам

Коммерческие приложения и их недостатки

- В качестве входного формата используется WAVE-представление (*Waveform Audio Format*)
- Выходным форматом является MIDI-представление
- Наиболее популярные коммерческие приложения
 - *IntelliScore*
 - *AKoff Music Composer*
 - *AmazingMIDI*
 - *Celemony Melodyne*
- Типичные ошибки при обработке сигнала коммерческими приложениями
 - Неточное определение частоты основного тона
 - Ошибка октав

Структура приложения



Matlab environment

Python Scripting

LaTeX

NEF - *Notes & Energies Format*

Модель музыкального сигнала

- Музыкальный однопольный сигнал представляется в виде

$$s(n) = s_0(n) + d(n)$$

где

$$s_0(n) = \operatorname{Re} \left(\sum_{k=0}^{\lfloor F_s/(2F) \rfloor} A_k e^{-\frac{2\pi i F}{F_s} kn} \right)$$

- сумма синусоид с кратными частотами, а $d(n)$ - случайный шум. F_s - частота дискретизации.

- F называется *частотой основного тона*, а F_s/F - *периодом основного тона*.

Определение периода основного тона в 3 этапа

- 1 Определение целого периода основного тона
 - Разбиение сигнала на сегменты
 - Минимизация функционала качества на данном классе моделей
- 2 Уточнение периода основного тона
 - Приближение нецелой частоты основного тона при помощи функций специального вида
 - Построение гладкой функции невязки
 - Реализация метода Ньютона для нахождения наилучшего приближения
- 3 Устранение ошибки октав
 - Вычисление спектральной огибающей сигнала
 - Перебор по возможным кандидатам на роль частоты основного тона
 - Случай явного спектрального максимума

Полученные ноты

В. А. Моцарт, Фрагмент арии Фигаро из оперы
«Женитьба Фигаро»

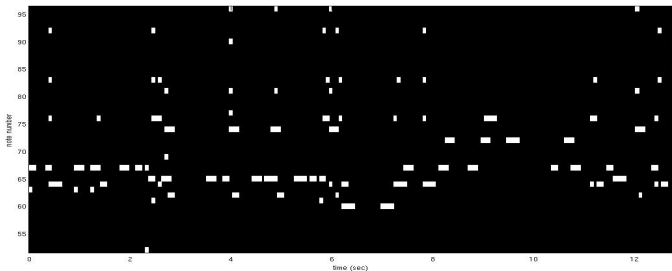


Рис.: Ноты, полученные с помощью утилиты MusiXTeX

Визуализация MIDI-представления

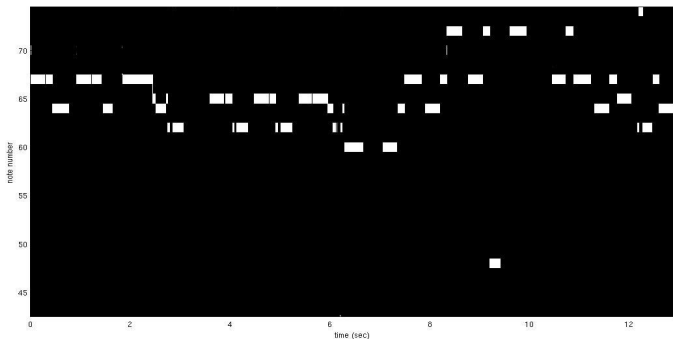
Фрагмент арии Фигаро by *IntelliScore*

- Не устранена ошибка октав
- Есть лишние ноты



Визуализация MIDI-представления

Фрагмент арии Фигаро,
обработанный нашим приложением



Заключение

- С нуля разработано приложение, выполняющее следующие задачи
 - Получение символьного представления оцифрованного музыкального сигнала
 - Генерация нотной записи
 - Генерация MIDI-представления
- Дальнейшие направления исследований
 - Расширение подхода для многоголосных сигналов
 - Алгоритмы поиска в музыкальных базах данных