

Компьютерное моделирование систем мониторинга водных ресурсов и визуализации в VTK

Выполнил: Саналиев Н., мех-мат, 4 курс, МКМ-15-2, р/о

Научный руководитель: Аметов О. А.

Реферат

Объем работы: дипломная работа состоит из 45 страниц машинописного текста и 46 рисунков, содержит введение, основную часть, состоящую из 3 глав, в которой описана основная часть проделанной работы, заключение и список использованной литературы.

Глава 1 объясняет термин «мониторинг», дает описание водных ресурсов, объясняет зачем нужен мониторинг водных ресурсов.

Глава 2 содержит описание инструментов визуализации: библиотеки VTK, Qt, CMake и сферы, в которых они могут быть применены.

Глава 3 описывает процесс визуализации озера Мичиган с анализом полученных результатов.

Введение

- **Новизна.** Новизна работы заключается в разработке визуализации для конкретного водоема.
- **Цель.** Цель дипломной работы – использовать VTK как инструмент визуализации научных данных, продемонстрировать возможности VTK на примере озера Мичиган.
- **Задачи** дипломной работы – визуализация нетривиального объекта, такого как водоем и анализ полученных результатов. Для решения этих задач нужно иметь ясное понимание о данных, о принципе работы инструментов визуализации, с которыми придется работать.

Мониторинг. Мониторинг водных ресурсов

Мониторинг – система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики. В рамках системы наблюдения происходит оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определенных факторов.

Характеристика водных ресурсов

Водные ресурсы – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы. В более широком смысле – воды в жидком, твердом и газообразном состоянии и их распределение на Земле.

Водные ресурсы – это все воды гидросферы, то есть воды рек, озер, каналов, водохранилищ, морей и океанов, подземные воды, почвенная влага, вода (льды) горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы.

Общий объём (единовременный запас) водных ресурсов составляет 1390 млн. куб. км, из них около 1340 млн. куб. км — воды Мирового океана. Менее 3 % составляют пресные воды, из них технически доступны для использования — всего 0,3 %.

Водные ресурсы считаются возобновляемыми, хотя до сих пор неясно, с какой скоростью водные ресурсы возобновляются после использования и как сильно их нехватка угрожает экосистеме Земли. Тем не менее, существуют технологии по опреснению солёных морских вод.

Мониторинг водных ресурсов

Мониторинг водных ресурсов состоит из:

- мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохранных зон;
- мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;
- наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и водоотведении.

VTK

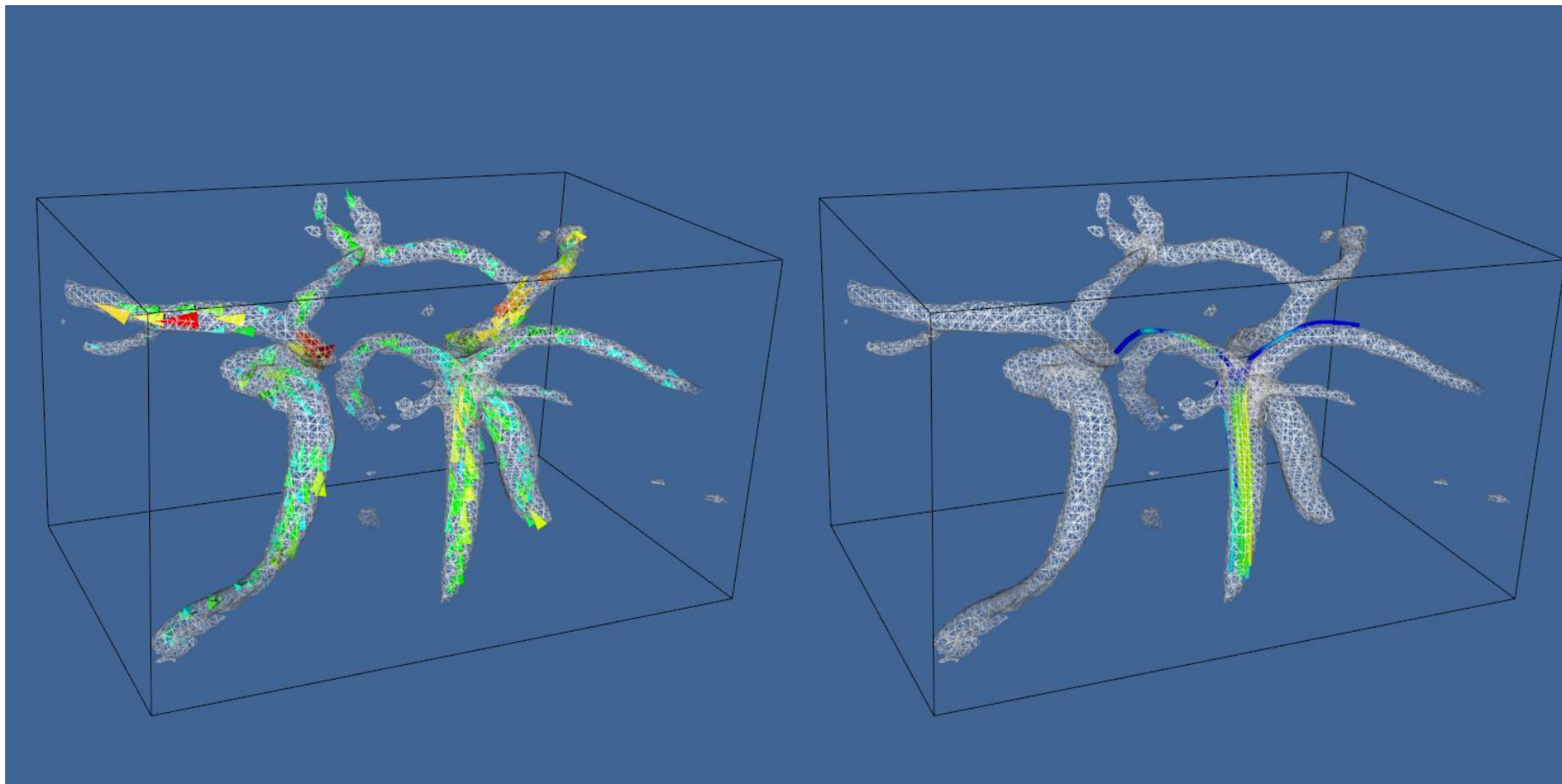
Visualization Toolkit (VTK) – это открытая кроссплатформенная система для трехмерной визуализации, моделирования, обработки изображений, научной графики, а также для построения двумерных графиков. VTK поддерживает широкий спектр алгоритмов визуализации, а также дает возможность использовать продвинутые методы визуализации и техники моделирования. Главными достоинствами VTK является его возможность использования параллельной обработки как потоковой, так и распределенной памяти для скорости и масштабируемости.

VTK не привередлив к платформе, т.е. VTK работает на Linux, Windows, Mac.

VTK

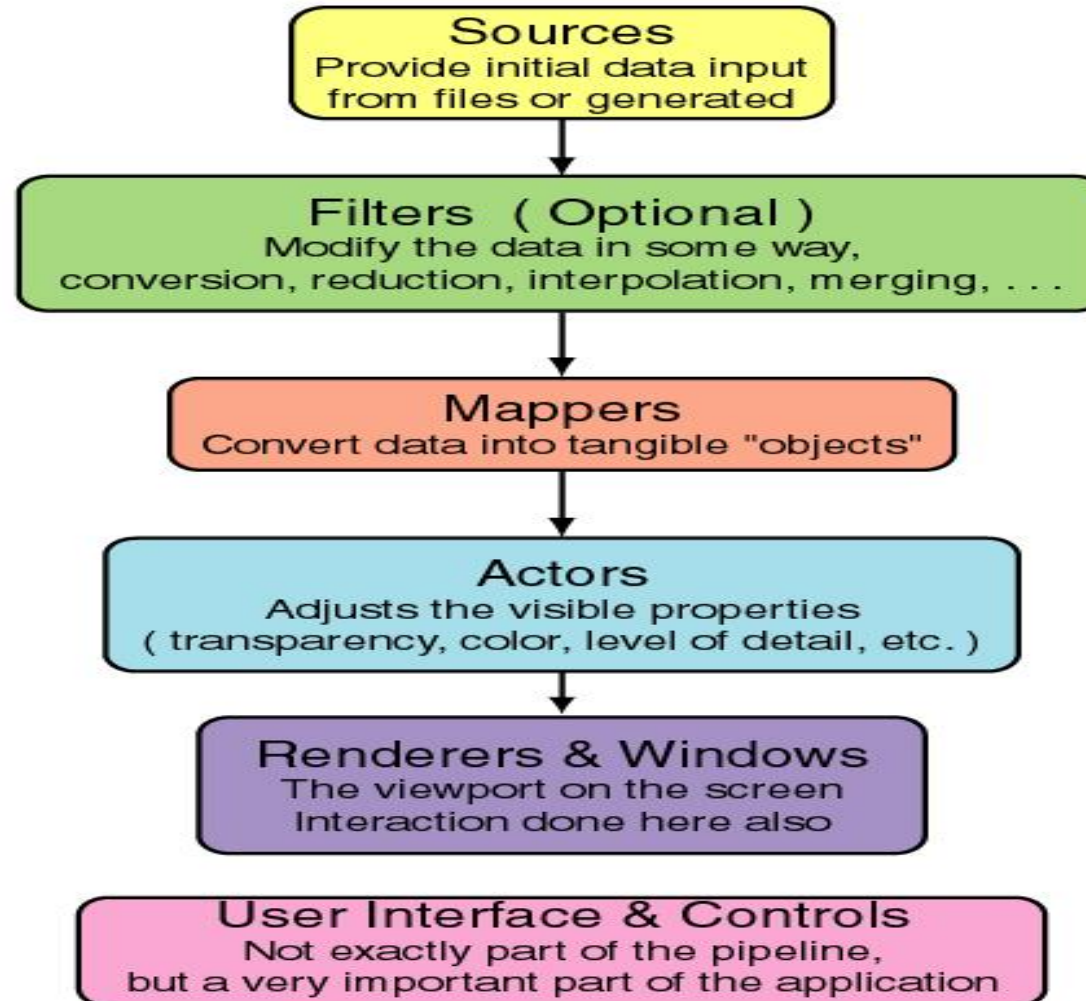
- Базовая модель данных VTK имеет возможность представить почти любую реальную физическую проблему. Базовые структуры данных великолепно подходят при визуализации медицинских данных, а также данных полученных в ходе решения инженерных задач, посредством конечно – разностных и конечно – элементных методов.
- VTK поддерживает взаимодействие данных. Взаимодействие помогает для понять значение данных. Такие элементы как виджеты, интеракторы и интерфейсы к библиотекам, таким как Qt, позволяют достичь всестороннего взаимодействия пользователя и приложения.
- VTK активно используется в коммерческих приложениях, в научной отрасли, а также служит базисом в таких продвинутых инструментах визуализации как ParaView, VisIt, MOOSE, 3DSlicer, MayaVi и OsiriX.

Пример визуализации в VTK



Архитектурные особенности VTK

VTK Visualization Pipeline



Архитектурные особенности VTK

- Источник – это источник входных данных для последующей обработки. Существует два вида источников: reader, которые читают данные непосредственно из файлов и независимые источники, которые генерируют данные по входным параметрам без чтения из файлов.
- Фильтр – это компонент, позволяющий модифицировать данные каким-либо способом, например: сабсэмплинг (подвыбока из общего массива данных), интерполяция, объединять данные с нескольких источников или, наоборот, делить массив данных на части.
- Отображение – преобразование данных в графические примитивы. Это своего рода абстракция того, что нужно отобразить.
- Регулирование – компонент, регулирующий визуальные свойства, например: прозрачность, цвет, освещение.
- Визуализация или рендеринг – компонент, создающий видовое окно или, другими словами, окно с картинкой, которое видит пользователь.

Qt

Qt – это кроссплатформенный фреймворк для разработки программного обеспечения на языке программирования C++. Есть также «привязки» ко многим другим языкам программирования: Python – PyQt, PySide; Ruby – QtRuby; Java – Qt Jambi; PHP – PHP – Qt и др.

Комплектуется визуальной средой разработки графического интерфейса QtDesigner, позволяющей создавать диалоги и формы в режиме WYSIWYG. В поставке Qt есть Qt Linguist – графическая утилита, позволяющая упростить локализацию и перевод программы на многие языки; и Qt Assistant – справочная система Qt, упрощающая работу с документацией по библиотеке, а также позволяющая создавать кроссплатформенную справку для разрабатываемого на основе Qt программного обеспечения.

Отличительные особенности Qt

- Наличие системы плагинов, благодаря которым возможно расширить привычный функционал виджетов, связанной с размещением их на экране, отображением, перерисовкой при изменении размеров окна (технология WoC — widgets on canvas).
- Наличие качественной документации. Статьи документации снабжены большим количеством примеров. Исходный код самой библиотеки хорошо форматирован, подробно комментирован и легко читается, что также упрощает изучение Qt.

Озеро Мичиган

Мичиган (англ. Lake Michigan) — пресноводное озеро в США, одно из североамериканских Великих озёр. Единственное из Великих озёр, полностью находящееся на территории США, самое крупное из находящихся полностью в США.

Площадь Мичигана — около 57 750 км² (третье по площади среди Великих озёр), длина около 500 км, ширина около 190 км. Высота поверхности над уровнем моря — 177 м (как и у Гурона), глубина до 281 м. Покрыто льдом около четырёх месяцев в году

Данные для визуализации

- значения месяца собраны в 12 часов дня 15 числа каждого месяца с 2006 по 2010 года;
- значения дней также были собраны в 12 часов дня каждый день в течение вышеуказанного периода;
- значения часов собирались каждые 3 часа;
- данные скорости ветра получены с Great Lakes Environmental Research Laboratory;
- значения скорости ветра собирались с пяти городов – Чикаго, Мичиган, Милуоки, Маскегон и Саут – Хейвен.

Интерфейс приложения

В исходной папке есть файл LakeMichigan с разрешением ui. Файл с таким разрешением, при визуализации посредством VTK и Qt, нужно открыть с помощью QtDesigner. С помощью QtDesigner можно создавать визуальные компоненты приложения, посредством которых можно будет смотреть на изображение более детально. Под визуальными компонентами имеются ввиду кнопки, переключатели, флажки, выпадающие списки и скроллбары.

Интерфейс приложения

The image shows a Qt application window titled "Lake Michigan - LakeMichigan.ui". The main area is a "Data Set View" with the following controls:

- Time selection: Month Day Hour
- Set 1: A dropdown menu and a "Load" button.
- Set 2: A dropdown menu and a "Load" button.
- View: Set 1 Set 2 Delta
- Display Map: Display Map
- Temperature Representation: Colored Arra Textured Volume Ray Cast Volum

On the right, the "Инспектор объектов" (Object Inspector) shows a list of objects and their classes:

Объект	Класс
tempRadioRayVol	QRadioButton
tempRadioTexVol	QRadioButton
mapCheckBox	QCheckBox
opacityPercentMax	QLabel
opacityPercentMin	QLabel
qvtkWidget	QVTKWidget
tempRenCheckBox	QRadioButton

Below this is the "Редактор свойств" (Property Editor) for the selected `qvtkWidget : QVTKWidget` object:

Свойство	Значение
QObject	
objectName	qvtkWidget
QWidget	
enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
geometry	[(260, 25), 800 x 590]
sizePolicy	[Preferred, Preferred, 0, 0]

At the bottom is the "Обозреватель ресурсов" (Resource Browser) showing the root resource: `<resource root>`.

Интерфейс приложения

Пример создания переключателя:

```
QRadioButton*tempRadioDataMonth=this->ui-tempRadioDataMonth;
```

```
QRadioButton*tempRadioDataDay=this->ui->tempRadioDataDay;
```

```
QRadioButton*tempRadioDataHour=this->ui->tempRadioDataHour;
```

Пример создания поля со списком:

```
QComboBox *tempComboBox1_1 = this->ui->tempComboBox1_1;
```

```
QComboBox *tempComboBox2_1 = this->ui->tempComboBox2_1;
```

```
QComboBox *tempComboBox1_2 = this->ui->tempComboBox1_2;
```

```
QComboBox *tempComboBox2_2 = this->ui->tempComboBox2_2;
```

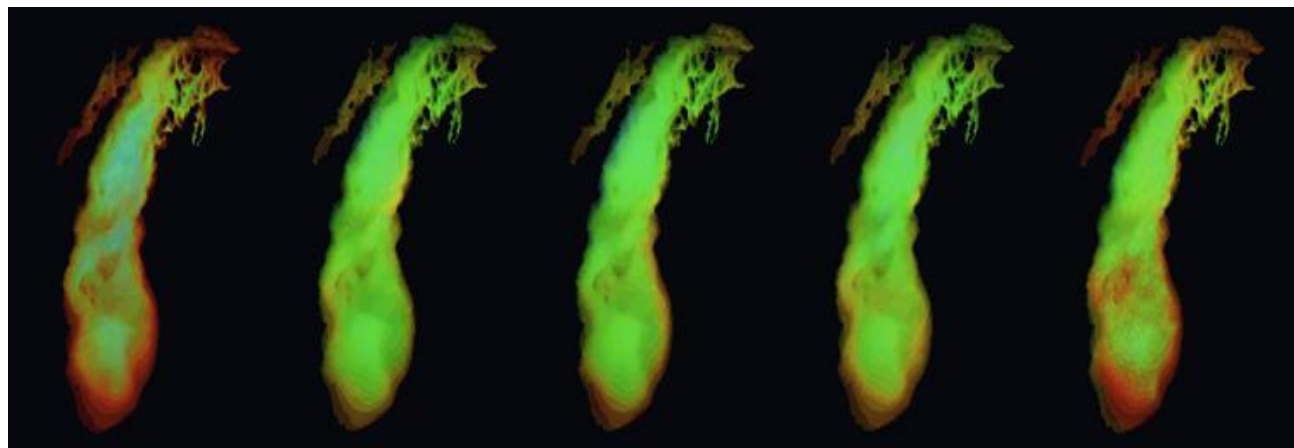
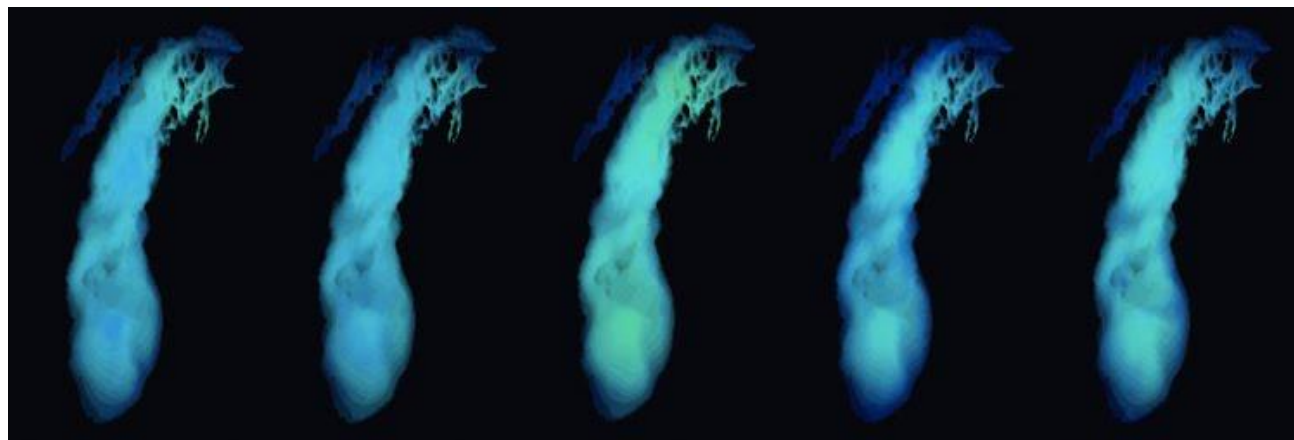
Пример инициализации:

```
tempComboBox1_1->addItem("January");
```

```
tempComboBox1_1->addItem("February");
```

Анализ распределения температуры

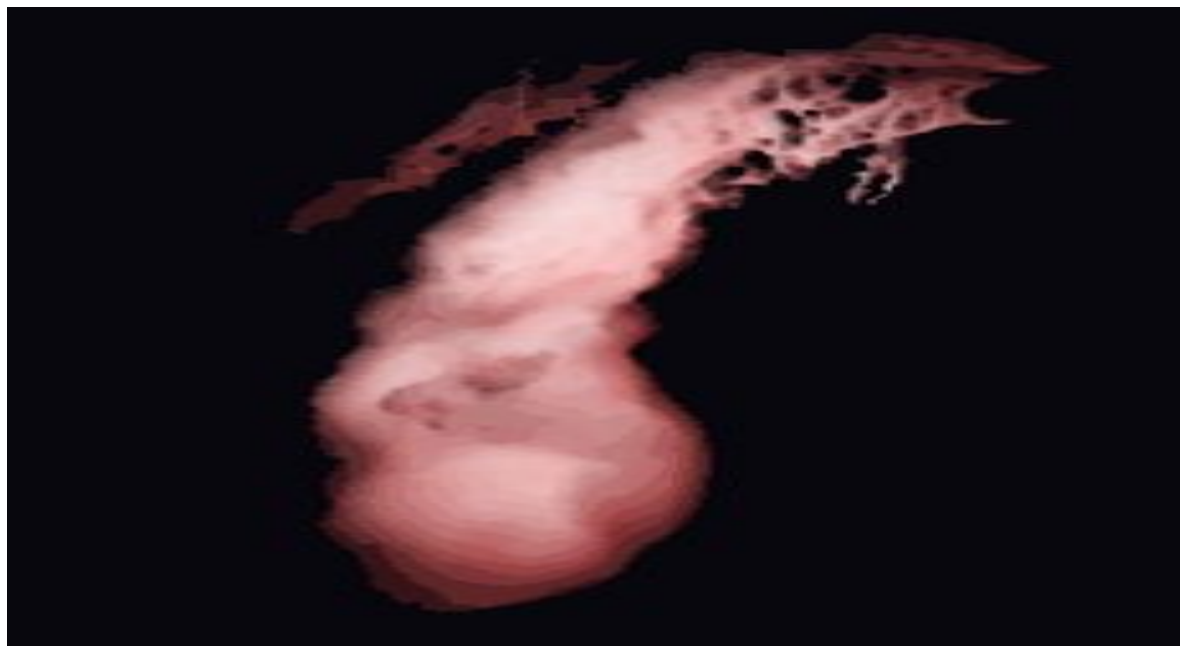
На поверхности температура воды ведет себя циклично в зависимости от времени года. Рассмотрим, для примера, распределение температуры в январе с 2006 по 2010 и июле с 2006 и 2010.



Анализ распределения температуры

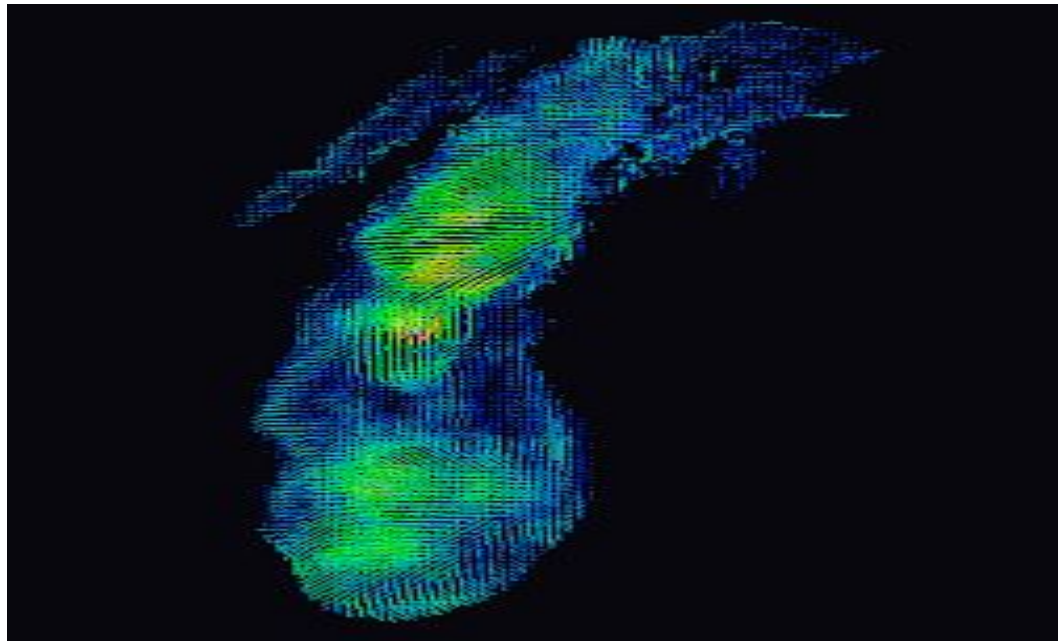
Рисунок с видом сверху показывает распределение температуры в июле 2006 года. Участки, выраженные красным цветом, указывают на более высокую температуру, в то время как бледные участки на низкую соответственно.

Вид на озеро сбоку четко показывает, что вода на поверхности намного теплее, нежели на глубине: на глубине температура, в целом, постоянна.

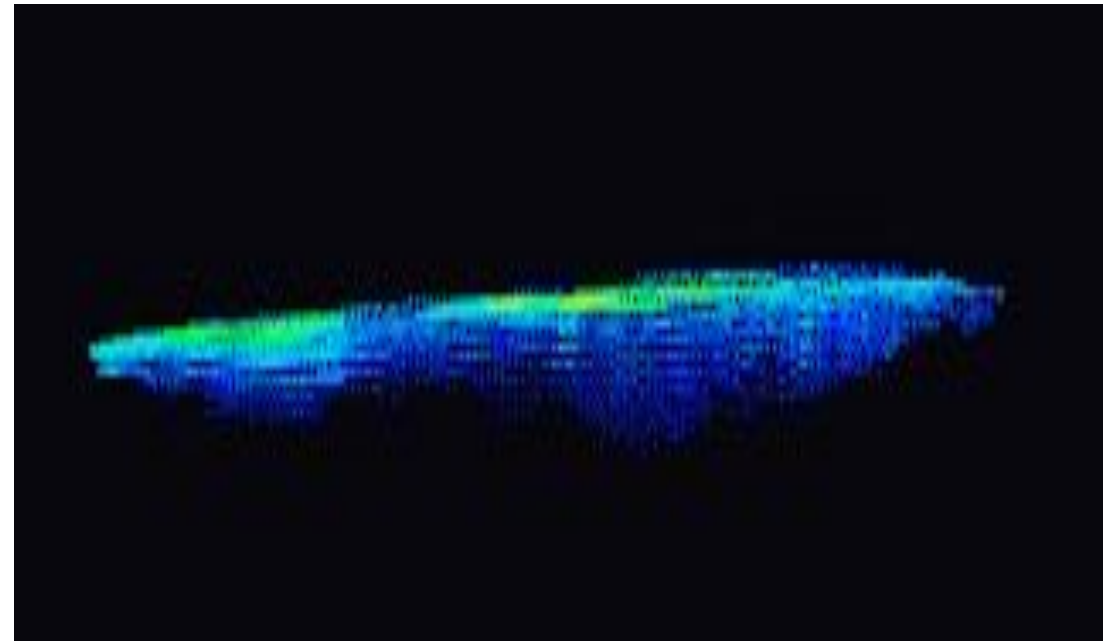


Анализ скорости водных потоков

Течения с наибольшей скоростью зафиксированы на поверхности воды

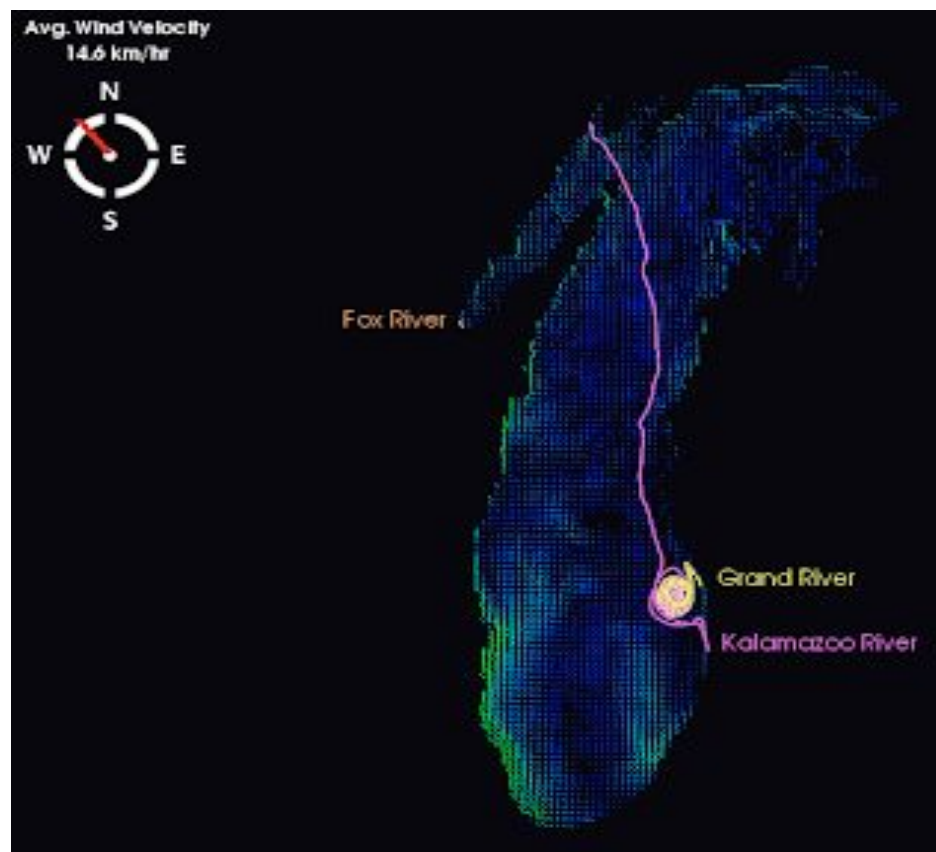


С вида сбоку четко видно, что течения с наибольшей скоростью сосредоточены на поверхности озера



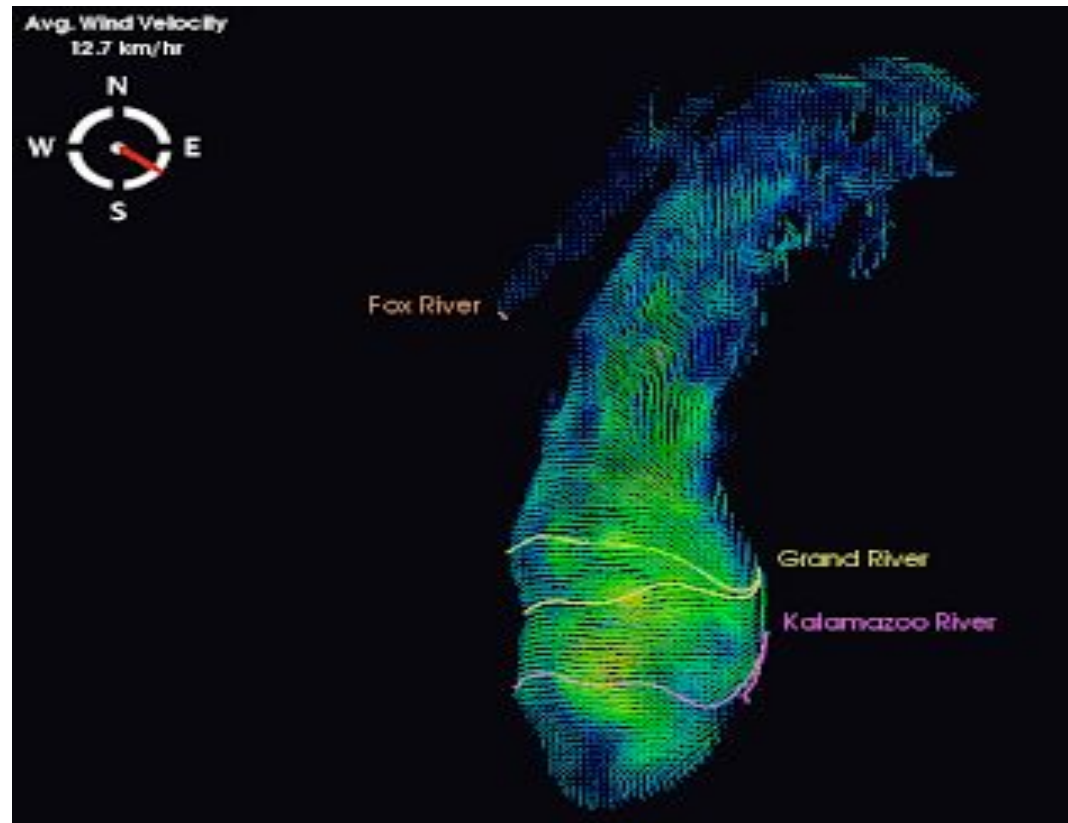
Анализ влияния ветра на водные потоки

В некоторых случаях заметна корреляция между направлением ветра и течением воды.



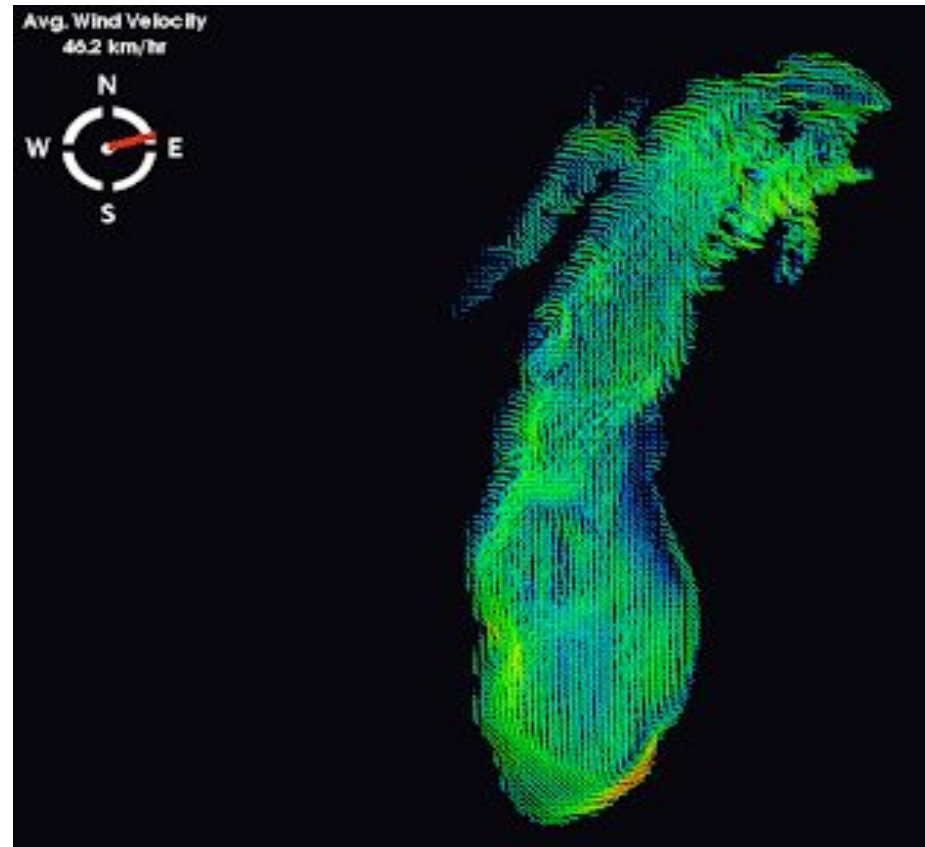
Анализ влияния ветра на водные потоки

В других случаях не наблюдается никакой корреляции между направлением ветра и течением воды.



Анализ влияния ветра на водные потоки

Также, при анализе, было зафиксировано, что при высокой скорости ветра, скорость течений на поверхности озера также была высокой.



Заключение

Результатами дипломной работы являются:

- Понимание сути мониторинга водных ресурсов
- Наглядная демонстрация возможностей VTK и Qt
- Успешная визуализация озера Мичиган и анализ результатов этой визуализации

Задачи, которые были поставлены в дипломной работе, были успешно решены. Была достигнута цель дипломной работы, а именно визуализация конкретного водоема посредством VTK. В ходе выполнения данной работы были рассмотрены и изучены очень полезные инструменты визуализации как VTK, Qt, QtDesigner. Были рассмотрены сферы применения этих инструментов, несколько примеров, а также их достоинства. Еще эти инструменты были применены для визуализации конкретного водоема.