Разработка под WebAssembly: реальные грабли и примеры

Андрей Нагих (Инетра, Peers.TV)

Привет!

- Работаю в Инетре, делаю PEERS.TV
- ByteFog — peer-2-peer доставка видео
- Реализовали проект по внедрению Wasm

ByteFog

- C++
- EventDriven
- 900+ классов
- 95000+ строк кода
- Windows, Linux, Android, iOS, Web, Tizen

О чем поговорим?

- Что такое WebAssembly?
- Какие вам понадобятся инструменты?
- Как соединить JS и Wasm
- Какие есть проблемы и как их решать
- Производительность

Что такое WebAssembly?

- Бинарный формат байткода виртуальной машины JavaScript для исполнения в браузере

Сергей Рубанов. Понятно о WebAssembly — https://2018.codefest.ru/lecture/1324/

Возможности WebAssembly

- быстрый синтаксический анализ
- быстрая компиляция
- компилируется пока качается
- целевая платформа для системных языков
- можно портировать нативный код в браузер
- можно писать ассемблер руками (.wast)

Ограничения WebAssembly

- Не ускорит ваш JS сразу и даром
- Нет сборщика мусора
- Только 32-bit доступ к памяти
- **Не может больше, чем может JavaScript**

Чем заменяем?

C++	Wasm + JS
FileSystem	LocalStorage, Cookie, IndexedDB
Network	XHR, fetch, WebSocket
Random	Math.random
printf	console.log
Асинхронщина	Poll + setTimeout
3D графика	Canvas, WebGL


ИНСТРУМЕНТЫ

Чем компилировать?

- Binaryen (*голый компилятор и утилиты*)
  - C/C++ Source ⇒ asm.js ⇒ asm2wasm ⇒ WebAssembly
  - C/C++ Source ⇒ Wasm LLVM backend ⇒ s2wasm ⇒ WebAssembly
  - assembler, disassembler, interpreter, tests, js polyfill, etc.
- **Emscripten** (*browserify для C++*)
  - Воссоздаст среду для C++ приложения
  - Пробросит объекты из C++ в JS
  - Даст вызвать JS код из C++

Как компилировать?

Скомпилировать 1 файл:

```
// build.bat
call D:\_sys\emsdk\emsdk_env.bat
em++.bat  hello.cpp -s WASM=1 -o hello.js -g4 --bind
```

Через CMake

```
//CMakeLists.txt
cmake_minimum_required(VERSION 2.8)
project(my_project)

add_executable(my_target hello.cpp)
set_target_properties(my_target PROPERTIES SUFFIX ".js"
LINK_FLAGS " -s WASM=1 -g4 --bind ")
```

Через CMake

```
//build.sh
cmake . -DCMAKE_TOOLCHAIN_FILE=
${EMSCRIPTEN}/cmake/Modules/Platform/Emscripten.cmake
```

Toolchain входит в поставку Emscripten

$EMSCRIPTEN = …/emsdk/emscripten/x.xx.xx

SourceMap

- Только в FireFox
- --sourcemap-base=http://localhost/
- Доступ к исходникам по http
- Проблема с «:»
- Абсолютные пути не годятся

Как связать два мира?

- ccall + cwrap (plain C functions)
- WebIDL Binder (C++ functions, classes)
- **Embind** (C++ ↔ JS)

КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ EMBIND?

Функцию C++ в JS

JS

```
var result = Module.my_function(...)
```

Call

C++

```
float my_function(...) {...; return float_result;}
```

Definition

Функцию C++ в JS

```
#include <emscripten/bind.h>

using namespace emscripten;

float my_function(…) {
    return …;
}

EMSCRIPTEN_BINDINGS(my_module) {
    function("my_function", &my_function);
}
```

Функцию C++ в JS

Используем:

```
var number = Module.my_function(…)
```

Класс C++ в JS

JS

```
var instance = new MyClass(...)
```

Call

C++

```
class MyClass {...};
```

Definition

Класс C++ в JS

```
class MyClass {
public:
  MyClass(int);
  void my_method();
};
```

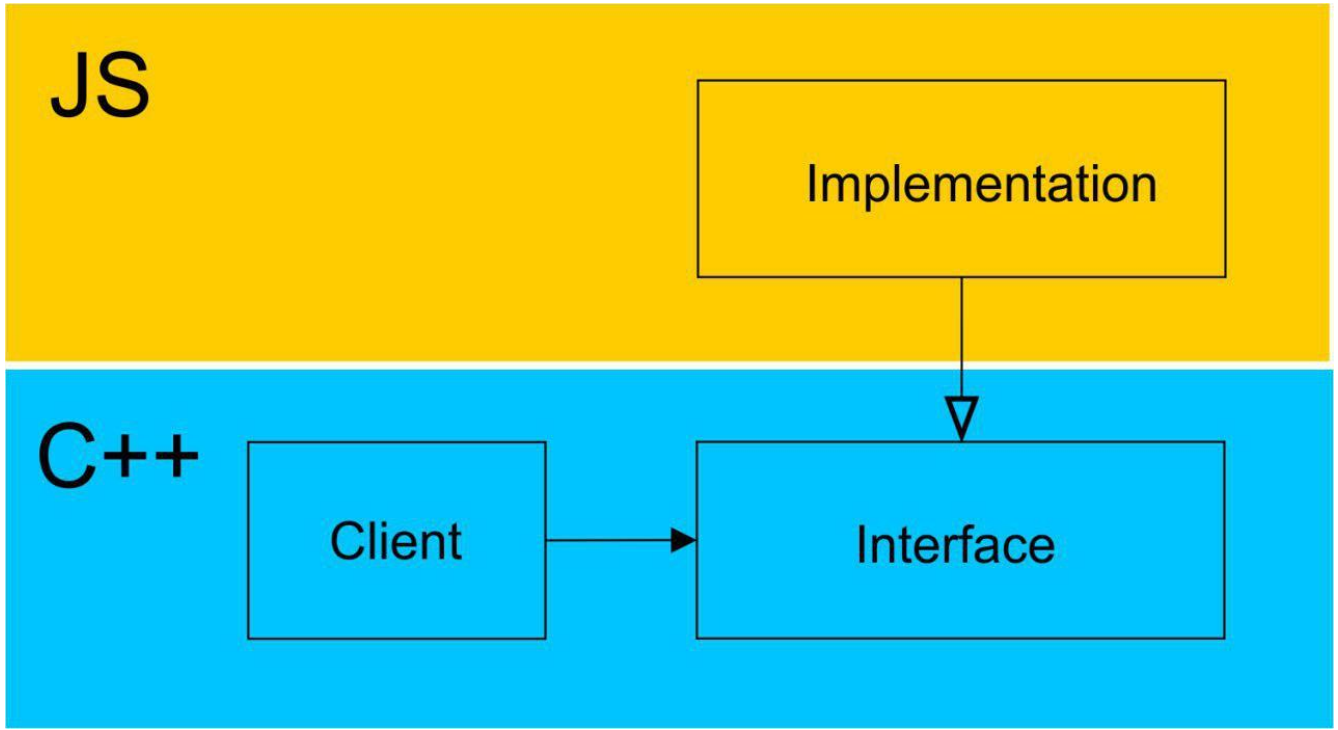
Класс C++ в JS

```
EMSCRIPTEN_BINDINGS(my_class_example) {
  class_<MyClass>("MyClass")
    .constructor<int>()
    .function("my_method", &MyClass::my_method)
}
```

Класс C++ в JS

```
var instance = new Module.MyClass(10);
instance.my_method();
instance.delete();
```

Интерфейс C++ в JS



Интерфейс C++ в JS

```
class Interface {
    public:
    virtual void my_method(int& number) = 0;
};
```

Интерфейс C++ в JS

```
class InterfaceWrapper : public wrapper<Interface> {
    EMSCRIPTEN_WRAPPER(InterfaceWrapper);
    void my_method(int& number) {
        return call<void>("my_method", number);
    }
};
```

Интерфейс C++ в JS

```
EMSCRIPTEN_BINDINGS(interface) {
  class_<Interface>("Interface")
    .function("my_method",
              &Interface::my_method,
              pure_virtual())
   .allow_subclass<InterfaceWrapper>("InterfaceWrapper");
}
```

Интерфейс C++ в JS (extend)

```
var DerivedClass =
Module.Interface.extend("Interface", {
    my_method: function(number) { … },
});

var instance = new DerivedClass();
Instance.my_method(10);
```

Интерфейс C++ в JS (implement)

```
var x = {
    my_method: function(number) { … }
};
var instance = Module.Interface.implement(x);
instance.my_method(10);
```


НАШИ ГРАБЛИ

Биндим правильно

- Совпадает имя
- Совпадают типы
- Корректный синтаксис Embind
- Реализация JS части

Extend

- **extend** это не **extends** из ES2015

- **extend** скрывает ошибки биндинга до момента вызова метода, в отличие от **implement**, который стреляет сразу

Extend

- если переопределяем **__constructor**, или **__destructor**, то не забыть вызвать их для **this.__parent**

```
__construct: function() {
  this.__parent.__construct.call(this);
},
__destruct: function() {
  this.__parent.__destruct.call(this);
},
```

Extend

- **extend** не совместим с классами ES2015
- Внимание: костыль!

```
function enumeratePrototype(class2expose) {
  Object.getOwnPropertyNames(class2expose.prototype).forEach(
    propName => Object.defineProperty(
      class2expose.prototype, propName, {enumerable: true}
    )
  );
}
```

Передача объекта через границу

- **Предусловие:** абстрактный класс
- **Задача:** передать объект внутрь JS функции
- **Проблема:** при выходе из функции объект за указателем разрушается
- **Решение:** делаем **ptr.clone()**
- **Важно:** не забыть **ptr.delete()**

Биндинг примитивных типов

- Примитивные типы по значению связываются автоматически

C++ type	JavaScript type
void	Undefined
bool	Boolean
char, short, int, long, float, double *signed, unsigned*	Number
std::string	String, ArrayBuffer, Uint8Array
std::wstring	String (UTF-16)

Указатель на примитивный тип

- Никак. :-(
- Внимание: костыль!

```
void my_func(size_t data) {
  uint8_t* real_data = (uint8_t*) data;
  …
}
```

Записать в память WASM

```
var newData = new Uint8Array(…);

var size = newData.byteLength;
var ptr = Module._malloc(size);

var dataHeap = new Uint8Array(Module.buffer, ptr, size);

dataHeap.set(newData);
```

AdBlock

- 3rd-party .wasm блокируется списком RU AdList

```
.wasm|$third-party,xmlhttprequest,domain=~lite.boxshot.com
```

- Подключается по умолчанию в России
- AdBlock, AdBlock Plus, uBlock Origin
- **Решение:** хранить на своем домене
- **Решение:** переименовать .wasm файл

https://forums.lanik.us/viewforum.php?f=102

Производительность

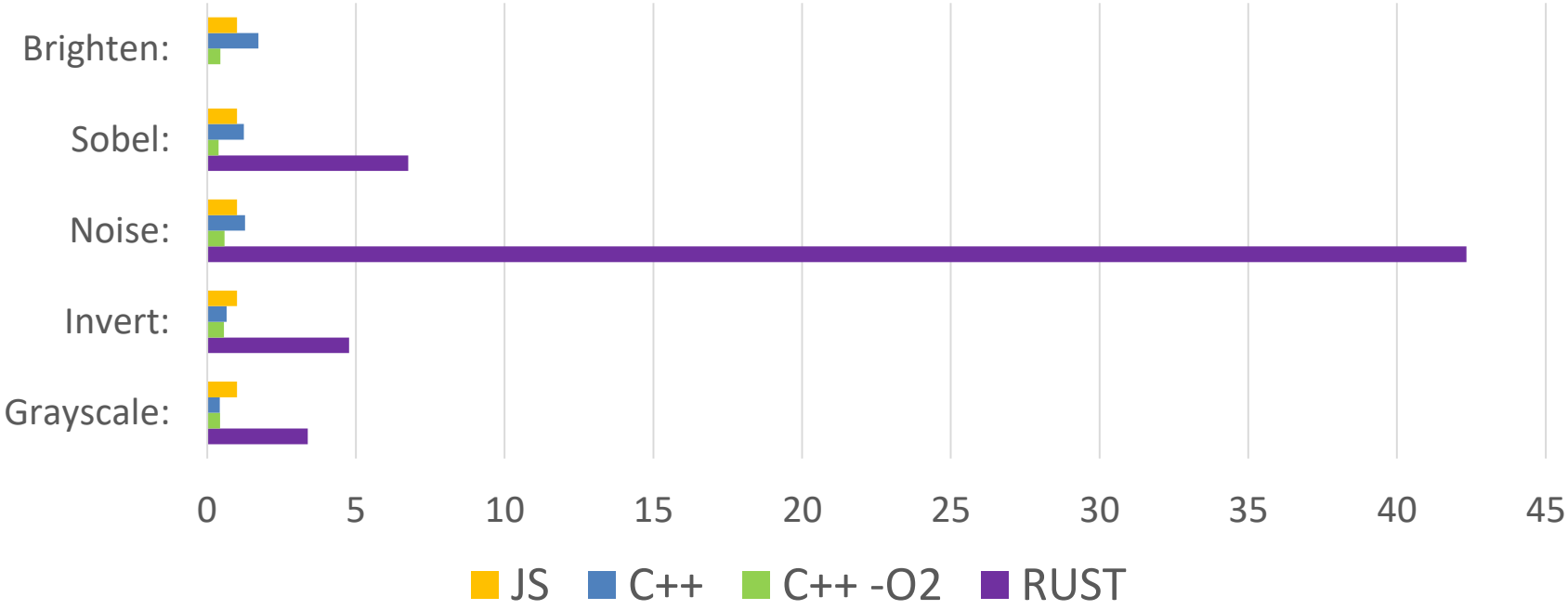
Фильтры для обработки изображения

- Rust (https://github.com/koteld/ll_images_processing)
- C++ (https://github.com/andrnag/wasm_cpp_bench)
- JS

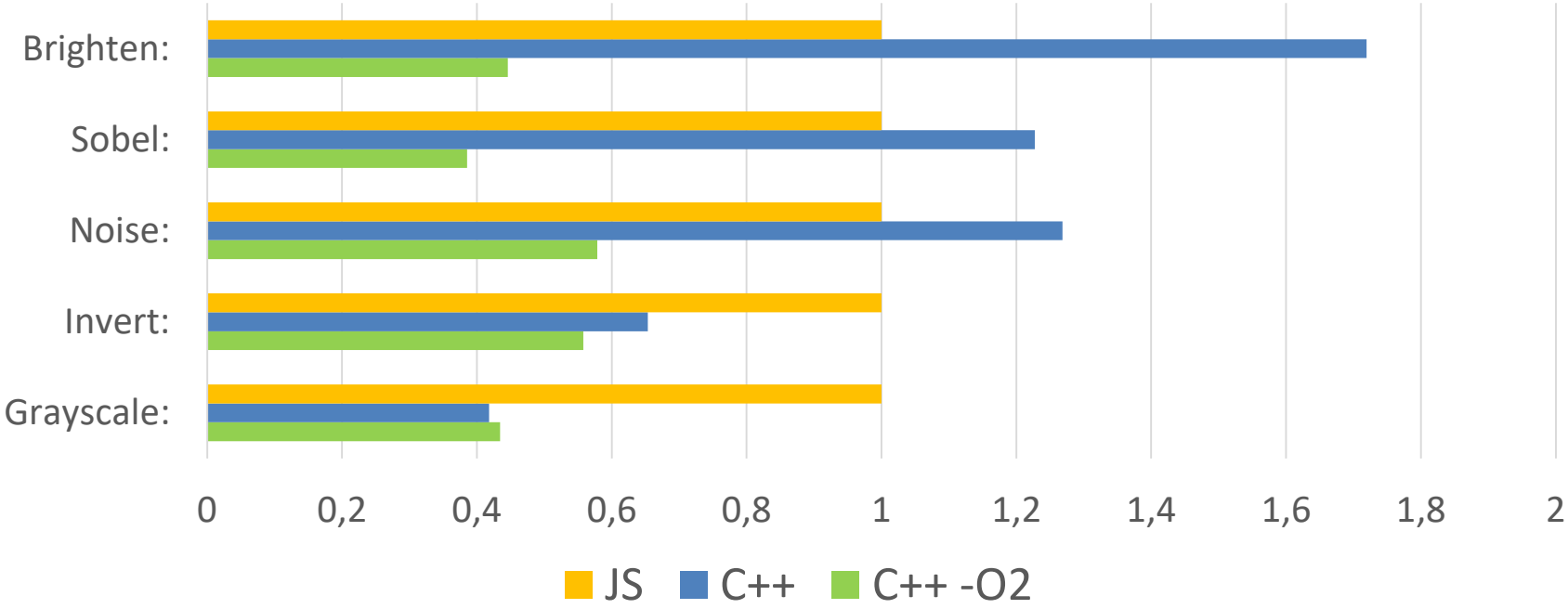
Chrome 65.0.3325.181 (64-bit), Core i5-4690, 24gb ram

Укрощаем WebAssembly: обработка изображений в браузере
https://events.yandex.ru/lib/talks/5505/

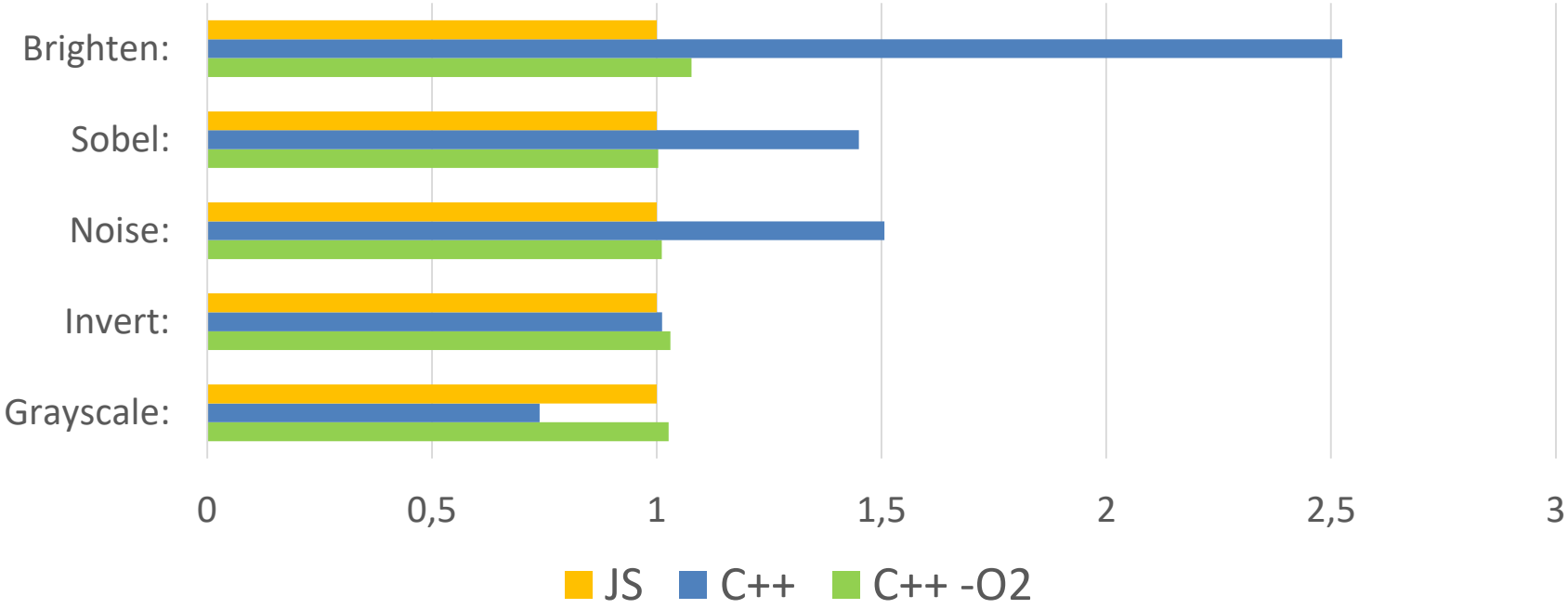
1280x720



1280x720 (no RUST)



5472x3078



Выводы

- Технологию уже можно использовать в бою
- Портировать большое приложение — реально
- Скорость — не хуже JS

- Берите Emscripten и Embind
- Начинайте с небольших прототипов
- Делайте минимальный тест для проблем

Спасибо! Вопросы?

Андрей Нагих

Инетра, Peers.TV

andrey@nagih.ru

https://goo.gl/mhMkeb

Доступные языки

- C/**C++**
- Rust
- Lua, Brainfuck — интерпретаторы в WASM
- Kotlin/Native, Go — заявили, надо следить
- Wah — ассемблер с человеческим лицом
- Все остальное — в стадии эксперимента

https://github.com/appcypher/awesome-wasm-langs
https://stackoverflow.com/a/47483989

Smart Pointers

Создаем объект сразу как shared_ptr

```
EMSCRIPTEN_BINDINGS(construct_as_smart_pointer) {
  class_<MyClass>("MyClass")
    .smart_ptr_constructor(
      "MyClass",
      &std::make_shared<MyClass>
    );
}
```

Smart Pointers

Возможность передавать как shared_ptr

```
EMSCRIPTEN_BINDINGS(pass_as_smart_pointer) {
  class_<MyClass>("MyClass")
    .constructor<>()
    .smart_ptr<std::shared_ptr<MyClass>>("MyClass");
}
```

Инетрфейс + SmartPtr

Интерфейс, реализацию которого передаем в виде умного указателя

```
EMSCRIPTEN_BINDINGS(MyClass) {
  class_<MyClass>("MyClass")
   .smart_ptr<std::shared_ptr<MyClass>>("shared_ptr<MyClass>")
   .function("my_method", &MyClass::My_method, pure_virtual())
   .allow_subclass<MyClassWrapper, std::shared_ptr<MyClassWrapper>>
     ("MyClassWrapper", "MyClassWrapperPtr");
}
```

extend **vs.** implement

extend

- Можно расширять интерфейс
- Скрывает ошибки биндинга
- На выходе: конструктор (класс)
- Запись можно разделить

implement

- Нельзя расширять интерфейс
- Сразу проверяет биндинг
- На выходе: объект
- Запись короче