Модульность и управляемая многопоточность.

Трудности, проблемы, решения. Пример реализации на C++.

```
Think of it this way: threads are like salt, not like pasta.
You like salt, I like salt, we all like salt. But we eat more pasta.
— Larry McVoy
```

```
A computer is a state machine.
Threads are for people who can't program state machines.
— Alan Cox
```

Конференция C++ CoreHard Spring 2017, Минск
Василий Вяжевич

О чем поговорим?

- Пример из жизни
  - Функция std::async
  - Последствия
  - Есть ли выход?
- Подходы
  - Как это уже давно работает?
- Строим архитектуру
- Выводы
- Вопросы

Пример - АСУ гаражные ворота

- Открыть/закрыть ворота
- Световая сигнализация

Как будем “моргать”?

```
bool isDoorMoving = false;
unsigned blinkLampInterval_ms = 500;
std::future<void> blinkFuture;
void openTheDoor()
{
    startDoorMotorFwd();
    isDoorMoving = true;
    blinkFuture = std::async(std::launch::async, blinkLamp);
}
void blinkLamp()
{
    do
    {
        bool lampIsOn = getLampStatus();
        triggerLamp(!lampIsOn);
        std::this_thread::sleep_for(std::chrono::milliseconds(blinkLampInterval_ms));
    } while (isDoorMoving || lampIsOn);
}
```

Заглянем в будущее.

- Сколько потоков потребуется?
- Сколько мьютексов и семафоров?
- А вообще возможна отладка?

С чем мы можем столкнуться?

- Как производить отладку “по шагам” (debug)?
- Стек вызовов отсутствует
- Как отлаживать работу примитивов синхронизации?
- Как осуществлять модульное тестирование (unit testing)?
- Магические wait() и sleep().
- Как часто необходимо распараллеливание?

Сложность отладки многопоточных приложений

- 2 потока - вполне возможно
- 3 потока - не просто
- 4 и более потока - практически невозможно!

Когда возникает желание использовать потоки?

- Исключение блокировки процесса при ожидании.
  - Отзывчивость графического интерфейса.
  - Сетевой обмен.
  - Ввод/вывод (файлы, устройства).
- Скорость и удобство разработки, лямбда выражения.
- Параллельные процессы или событыя, паузы и ожидание?

```
auto callback=[](SomeType res) {
    m_someWorkResult = res;
};
std::thread myThread = std::thread([](int a, int b) { //lambda
        SomeType res = doSomeWork(a,b);
        callback(res);
    }, 5, 6); //parameters
```

Как это уже давно работает?

```
int WINAPI wWinMain(HINSTANCE hInstance, HINSTANCE hPrevInstance, PWSTR pCmdLine, int
nCmdShow) {
...
    while (GetMessage(&msg, NULL, , )) {
        DispatchMessage(&msg);
    }
    return (int) msg.wParam;
}

LRESULT CALLBACK WndProc(HWND hwnd, UINT msg, WPARAM wParam, LPARAM lParam) {
    switch(msg) {
        case WM_CLOSE:
            DestroyWindow(hwnd);
        break;
        case WM_DESTROY:
            PostQuitMessage();
        break;
        default:
            return DefWindowProc(hwnd, msg, wParam, lParam);

}
```

Алгоритм на основе событий

```
bool isDoorMoving = false;
unsigned blinkLampInterval_ms = 500;
void openTheDoor()
{
    startDoorMotorFwd();
    isDoorMoving = true;
    blinkLamp();
}
void blinkLamp()
{
    bool lampIsOn = getLampStatus();
    triggerLamp(!lampIsOn);
    if (isDoorMoving || lampIsOn) // instead of sleep()
        addEventToMessageLoop(&blinkLamp, blinkLampInterval_ms);
}
```

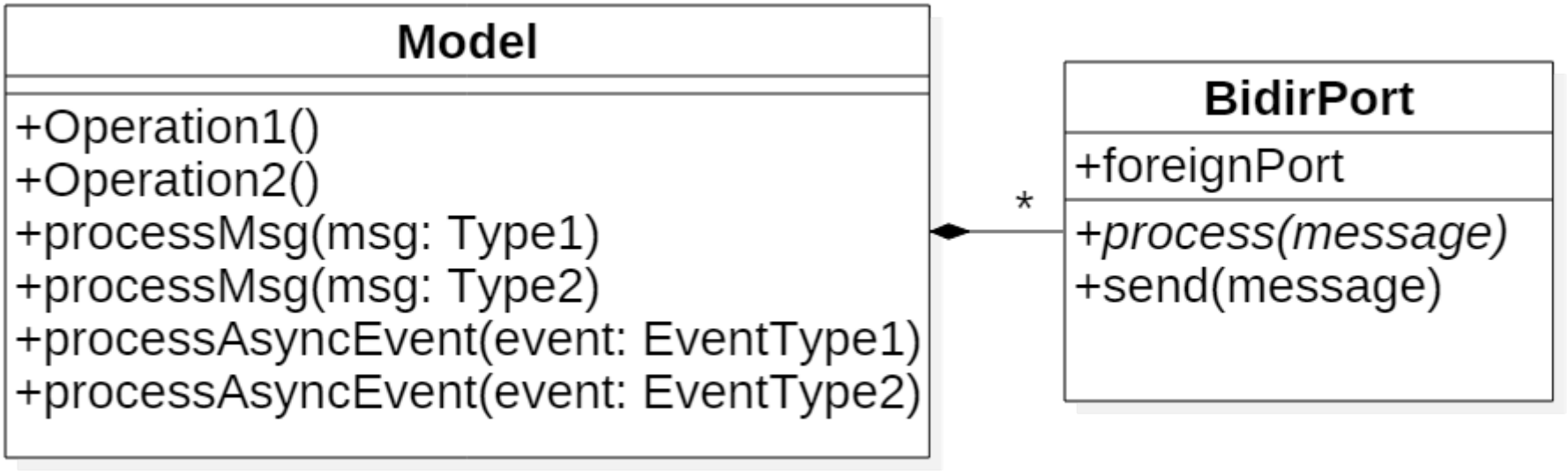
Строим архитектуру - требования

- Логика не зависит от потоков
- Возможность тестирования отдельных модулей
- Возможность распараллеливания
- Стек вызовов

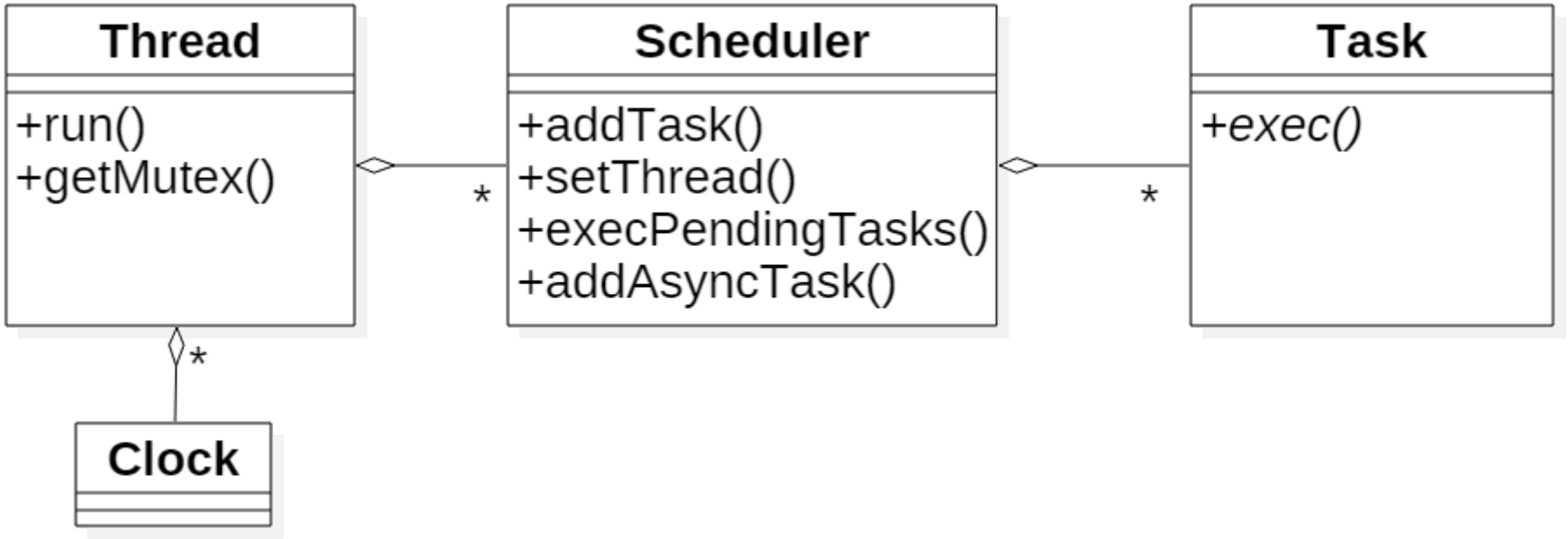
Определяем сущности

- Модели (Машины состояний и алгоритмы)
- Порты (Коммуникационные каналы)
- Планировщик задач
- Поток

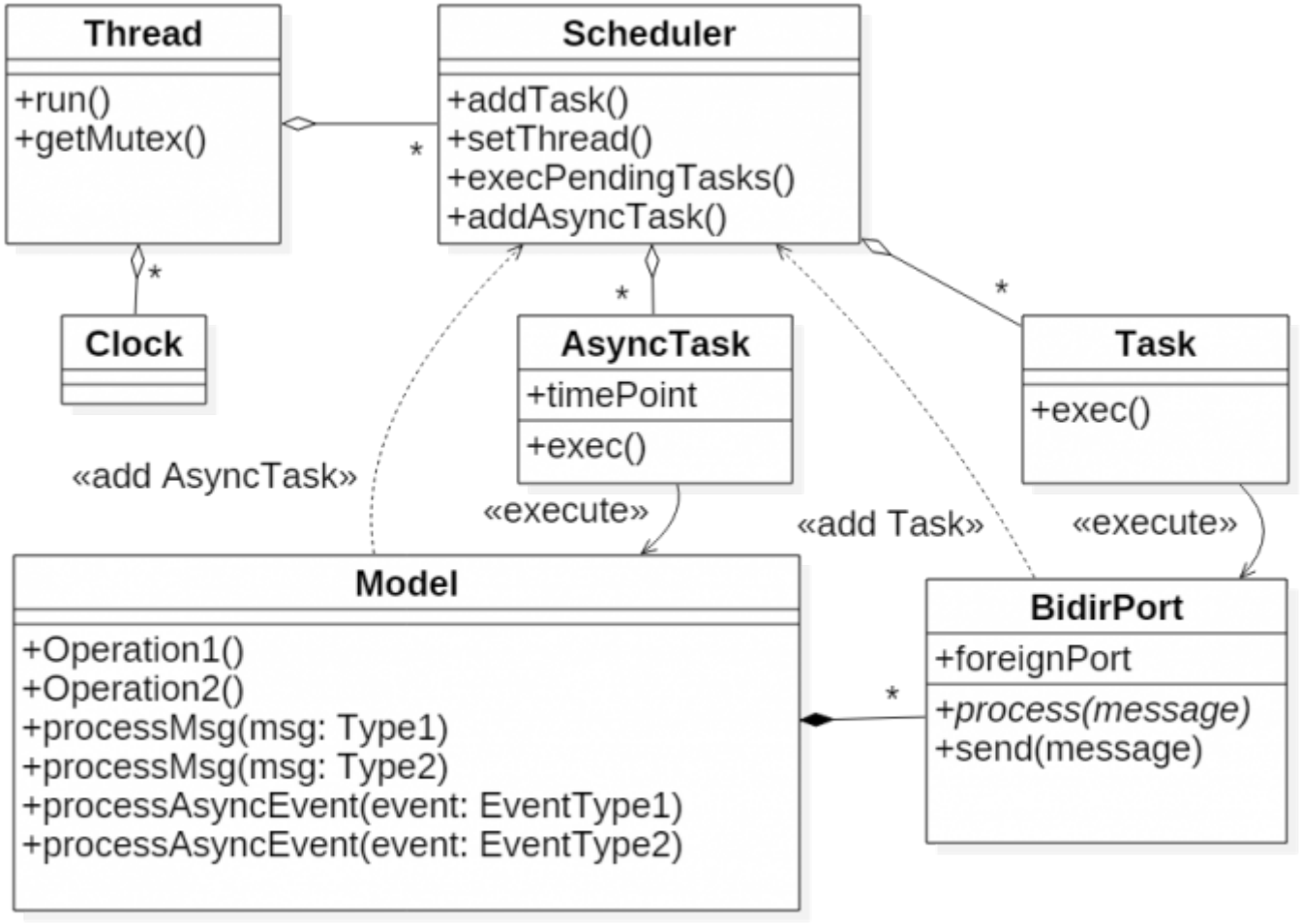
Взаимодействие моделей



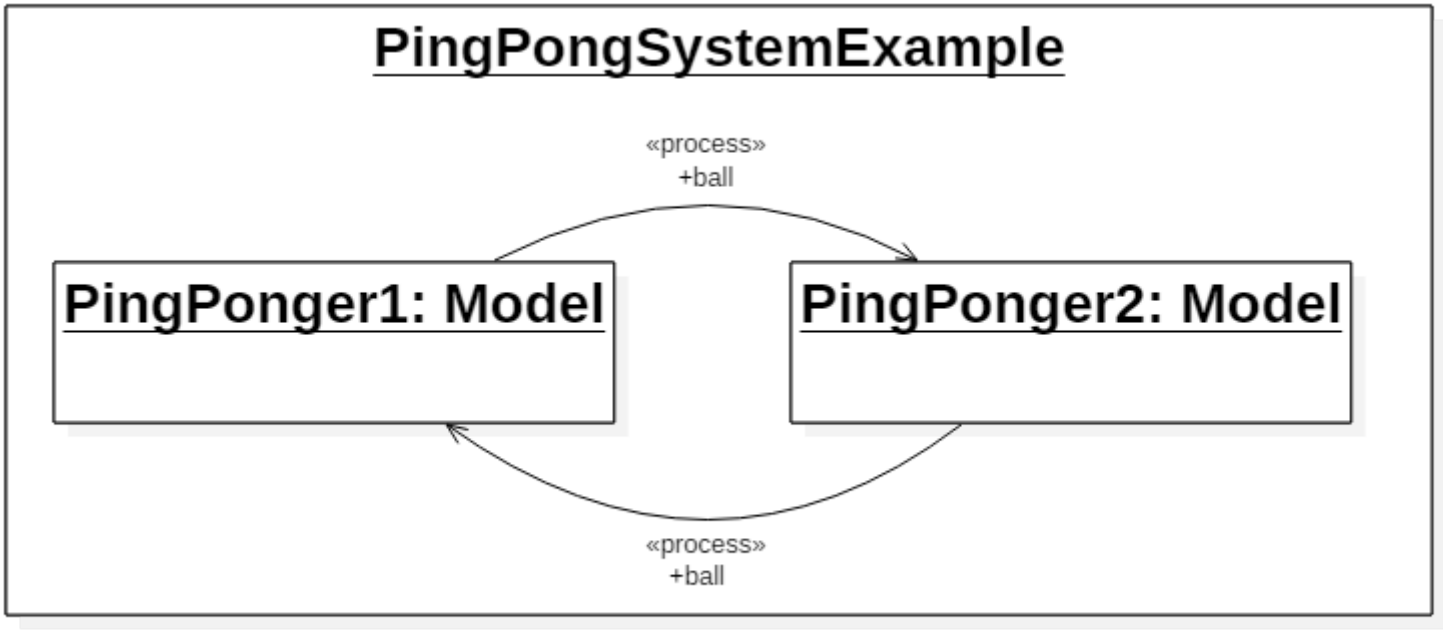
Планирование задач



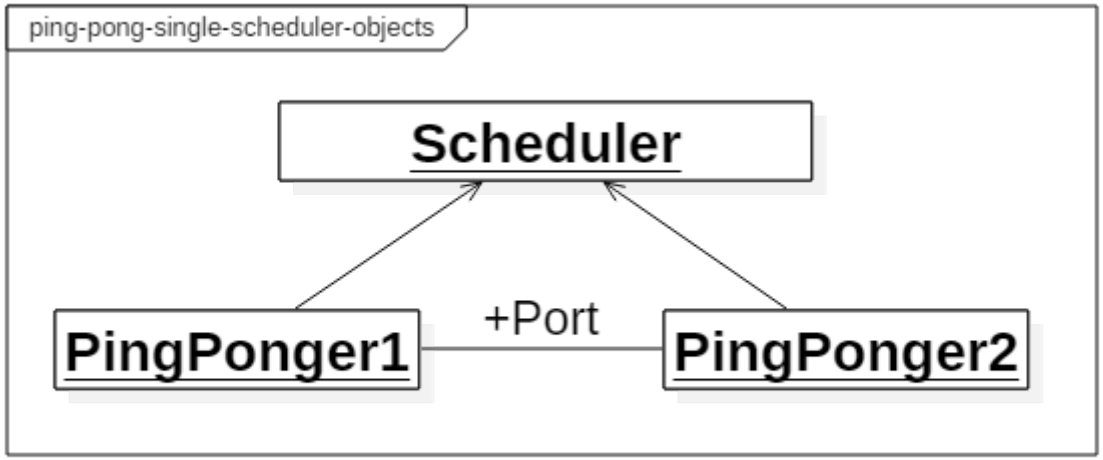
Планирование задач и взаимодействие



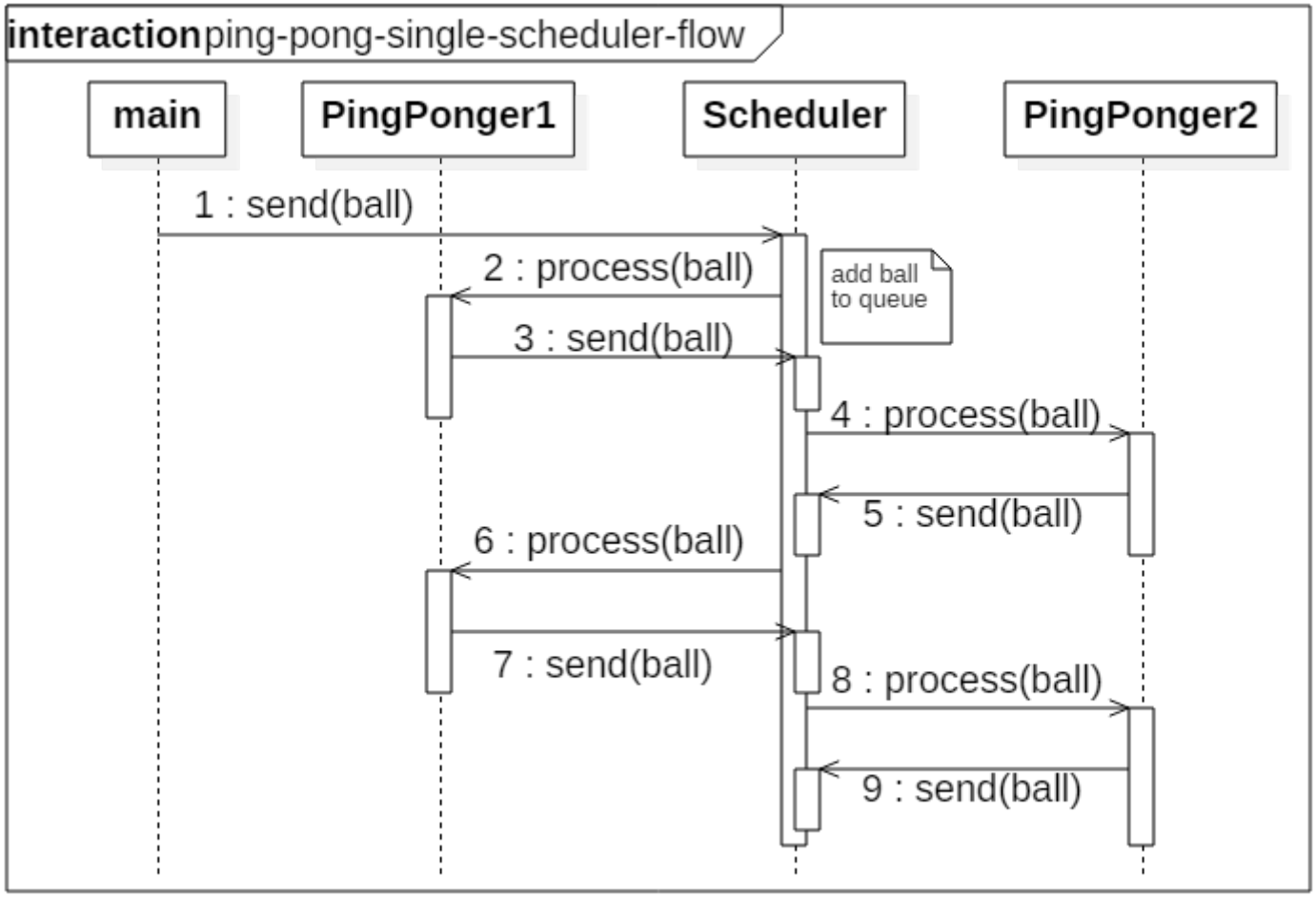
Пинг-понг


PingPongSystemExample
«process»
+ball
PingPonger1: Model
PingPonger2: Model
«process»
+ball

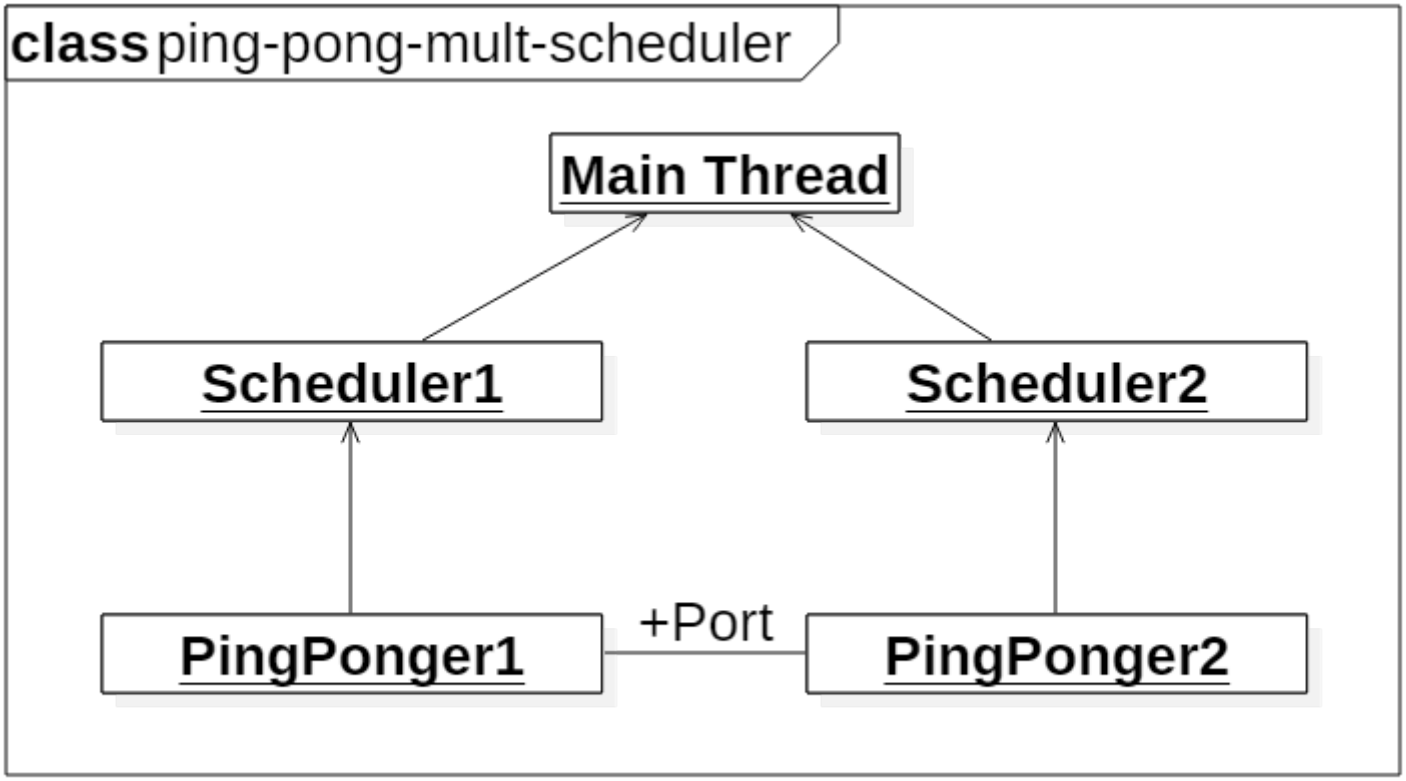
Модель игры с одним планировщиком



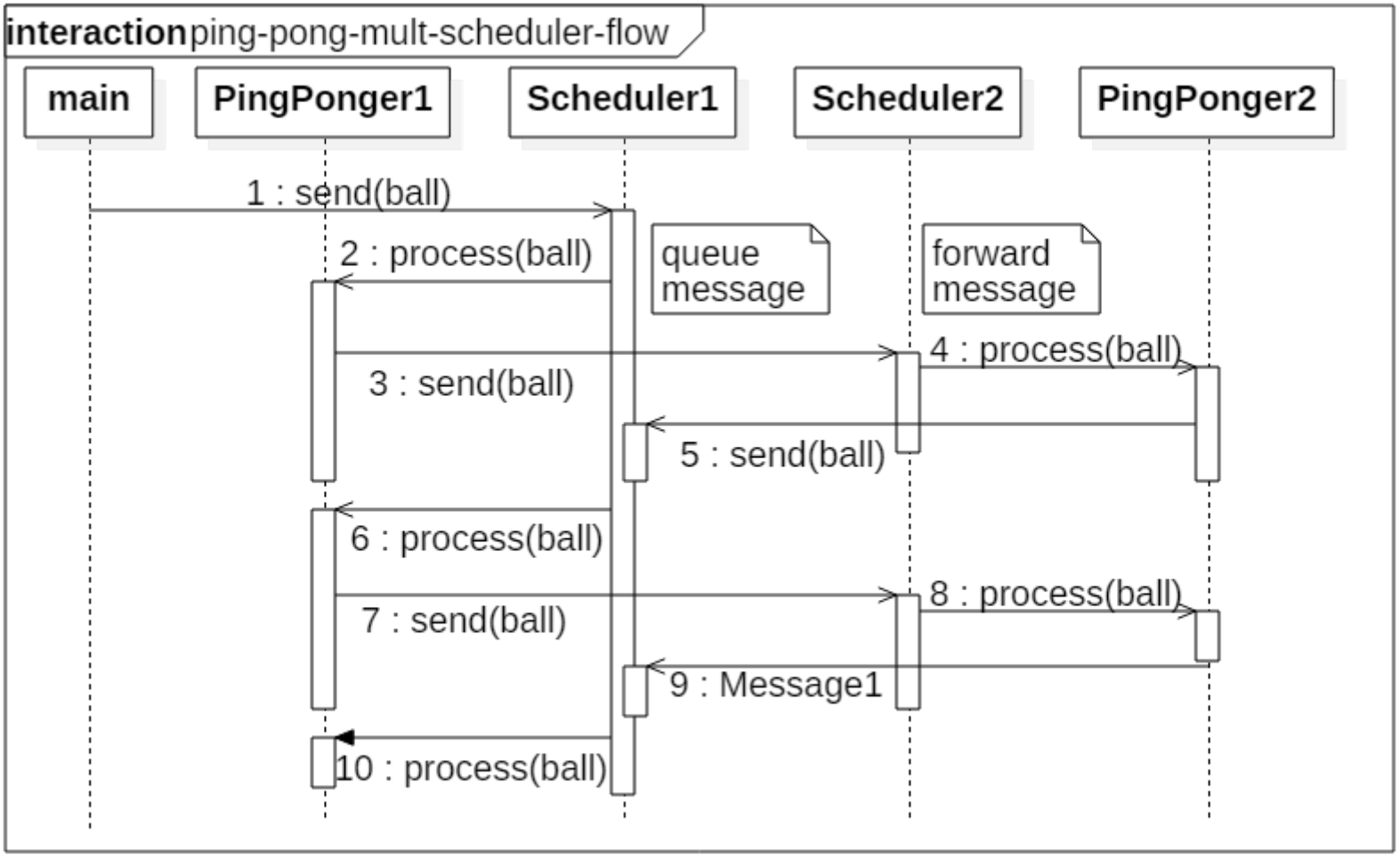
Пинг-понг с одним планировщиком



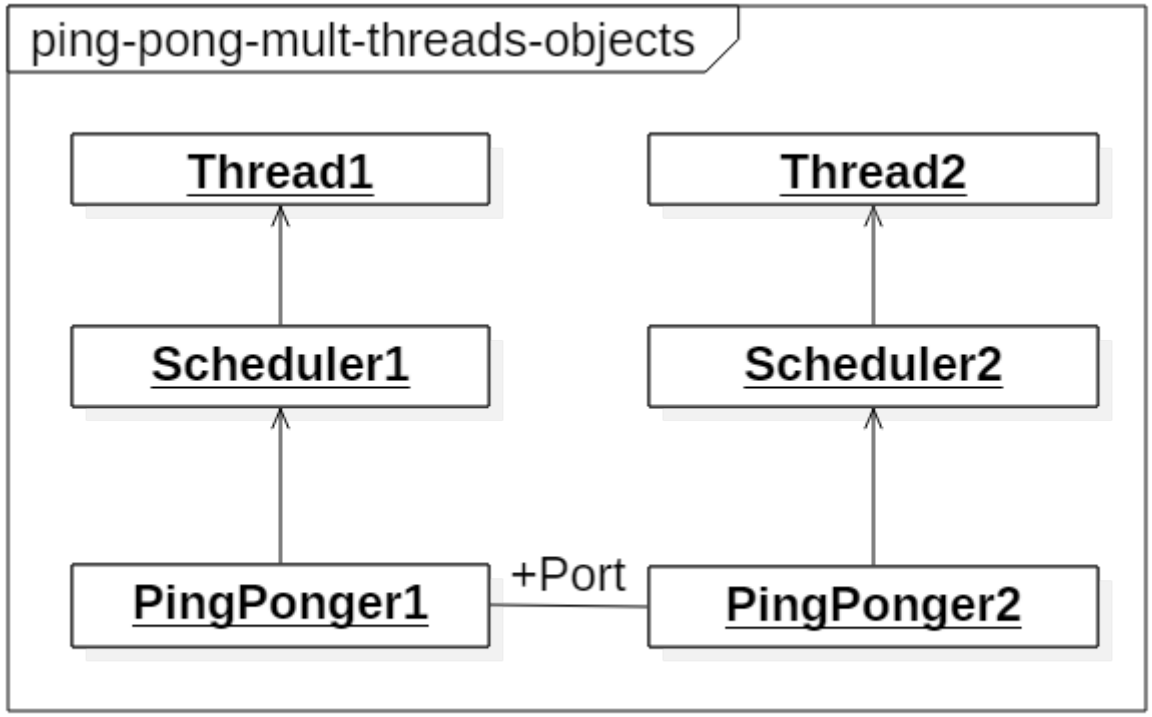
Модель игры с двумя планировщиками



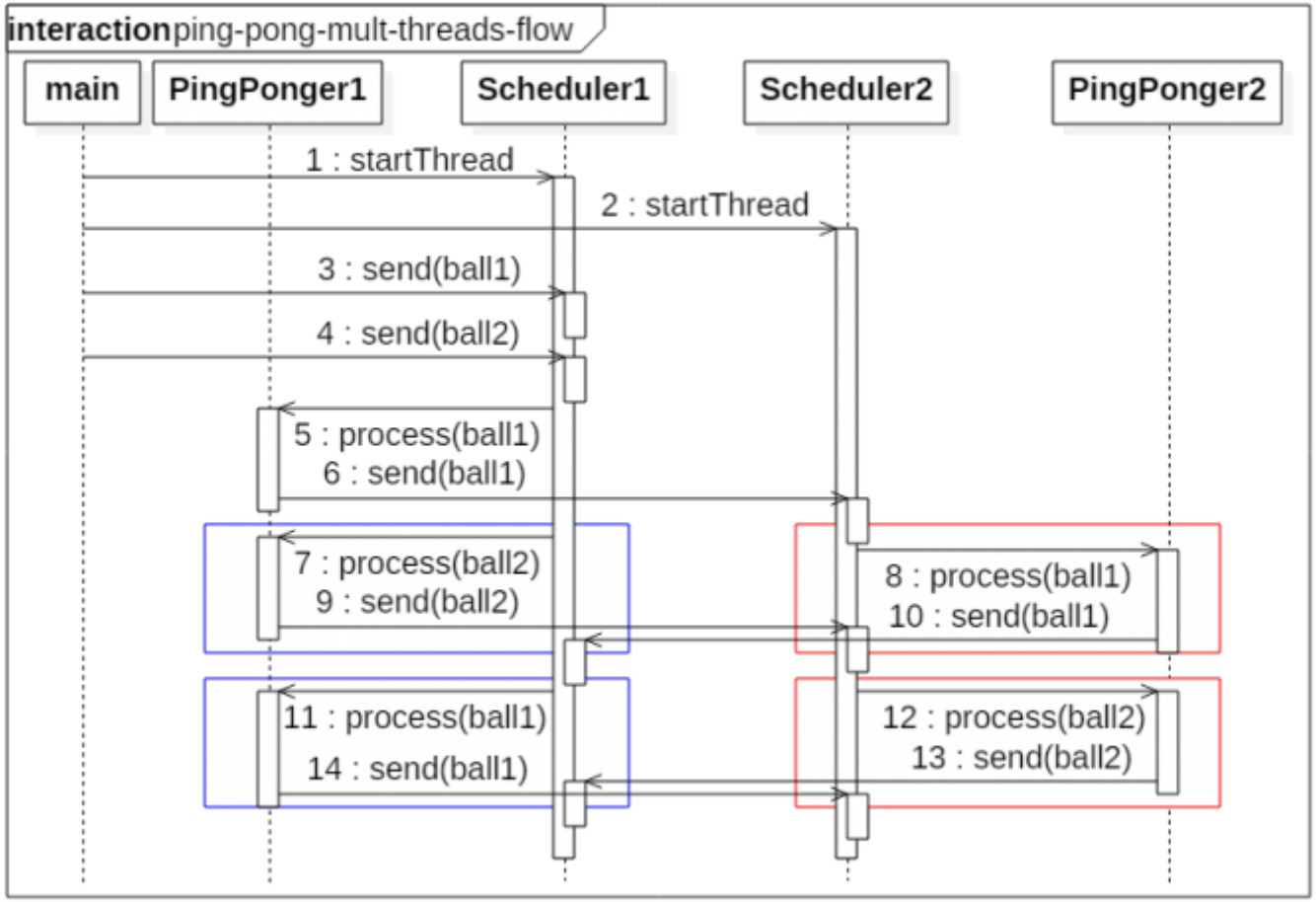
Пинг-понг с двумя планировщиками



Модель игры с двумя планировщиками и потоками



Пинг-понг с двумя потоками



Исходный код - игрок (PingPonger)

```
struct PingPonger : sms::BidirPort<Ball, Ball>
{
    void process(const Ball& msg) override
    {
        challengeTask();
        if (_count++<_maxCount)
            send(msg);
        else
            _finished = true;
    }
    uint32_t _maxCount = 1000000;
    uint32_t _count = 0;
    bool _finished = false;
};
```

Исходный код - создание объектов

```
//Общий планировщик
    sms::QueuedScheduler scheduler;
    PingPonger pingPonger1(scheduler);
    PingPonger pingPonger2(scheduler);
```

```
//Каждому по планировщику
    sms::QueuedScheduler scheduler1;
    sms::QueuedScheduler scheduler2;
    PingPonger pingPonger1(scheduler1);
    PingPonger pingPonger2(scheduler2);
```

```
//Каждому по потоку
    sms::Thread thread1;
    sms::Thread thread2;
    sms::QueuedScheduler scheduler1(thread1);
    sms::QueuedScheduler scheduler2(thread2);
    PingPonger pingPonger1(scheduler1);
    PingPonger pingPonger2(scheduler2);
```

Исходный код - заброс шарика

```
//Общий планировщик
    pingPonger1.process(Ball());
```

```
//Каждому по планировщику
    pingPonger1.process(Ball());
```

```
//Каждому по потоку
    thread1.start();
    thread2.start();

    pingPonger1.process(Ball());
    //pingPonger1.process(Ball());

    while (!pingPonger1._finished)
        std::this_thread::sleep_for(std::chrono::milliseconds(10));

    thread1.terminate();
    thread2.terminate();
```

Результаты тестов - Linux

Linux kernel 4.4, Intel Core i7 2.4GHz, GCC

	Один планировщик	Два планировщика	Два потока
Один мяч, мкс	0.53	0.54	2,19+
Два мяча, мкс	0.52	0.56	0.85
Один мяч и вычисления, мкс	4.4	4,4	6,8+
Два мяча и вычисления, мкс	4.4	4.4	3.3

Результаты тестов - Windows

Intel Core 2 Duo CPU 3GHz, Windows 8.1 x64, Visual C++

	Один планировщик	Два планировщика	Два потока
Один мяч, мкс	1.1	1.2	20.0…40.0
Два мяча, мкс	1.3	1.2	4.0…20.0
Один мяч и вычисления, мкс	5.8	5.9	15.0…25.0
Два мяча и вычисления, мкс	5.7	5.9	5.9…10

Результаты тестов - Linux (ARM)

Linux Kernel 2.6, ARM926, GCC

	Один планировщик	**Два планировщика**	**Два потока**
Один мяч	26 мкс	28 мкс	18 мс
Два мяча	27 мкс	28 мкс	11 мс
Один мяч и вычисления, мкс	353 мкс	353 мкс	28 мс
Два мяча и вычисления, мкс	354 мкс	355 мкс	12,5 мс

Результаты тестов

- При использовании 2 потоков обработки сообщений результат не стабилен
- Потоки становятся стабильными, если время вычисления превышает 10…100 мкс.
- Windows и компилятор Visual C++ хуже справляются с задачей, чем Linux и GCC

Подведем итог

- Использование потоков ускоряет разработку небольших приложений на начальном этапе
- Активное использование потоков затрудняет отладку и тестирование
- Потоки позволяют ускорить работу “длинных” задач за счет распараллеливания (>0,1..1 мс)
- Для коротких задач цикл выполнения задач лучше, чем std::thread
- Существующие решения
  - Модель акторов - SObjectizer, C++ Actor Framework (CAF)
  - Qt - QEventLoop, QTimer, QSocketNotifier

Что не вошло в демо?

- Асинхронные задачи AsyncTask и планировщик AsyncScheduler
- Синхронный порт SyncPort и удаленные вызовы RPC
- Сериализатор JSON
- Мост и маршрутизатор
- Модульное тестирование

Что еще предстоит?

- Сериализация (рефлексия) (JSON, ProtoBuf и т. п.)
- Передача данных (TCP/UDP, Shared Memory)

Вопросы?

Тема: Модульность и управляемая многопоточность.
Трудности, проблемы, решения. Пример реализации на C++.

Исходный код: https://github.com/vasviazh/sms

Докладчик: Василий Вяжевич

Компания: Klika Tech
email/skype: vviazhevich@klika-tech.com
email/skype: vasviazh@gmail.com / vas_viazh