



Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Архитектура программного компонента для поддержки выполнения задач многомасштабного моделирования с использованием вычислительных шаблонов

А.В. Линев, А.В. Сысоев, В.Д. Кустикова,
М.С. Жильцов, И.О. Поляков, Д.А. Насонов, Н.А. Бутаков

Введение

- ❑ Разработано множество специализированных программных модулей, каждый из которых реализует строго определенный набор моделей, методов и алгоритмов
- ❑ Совместное использование модулей требует стыковки форматов данных, применяемых технологий, определения принципов совместного использования реализованных в них моделей
- ❑ Многомасштабное моделирование (Multiscale Modeling) обеспечивает теоретические основы совместного использования модулей и предусматривает несколько типовых шаблонов организации вычислений: Extreme Scale Computing, Hierarchical Multiscale Computing, Replica Computing

Цели и задачи

- **Цель** – разработать архитектуру и подготовить прототип программной реализации компонента, обеспечивающего выполнение композитных приложений

- **Задачи:**
 - Разработать язык описания схемы исполнения задачи
 - Разработать архитектуру и программную реализацию компонента

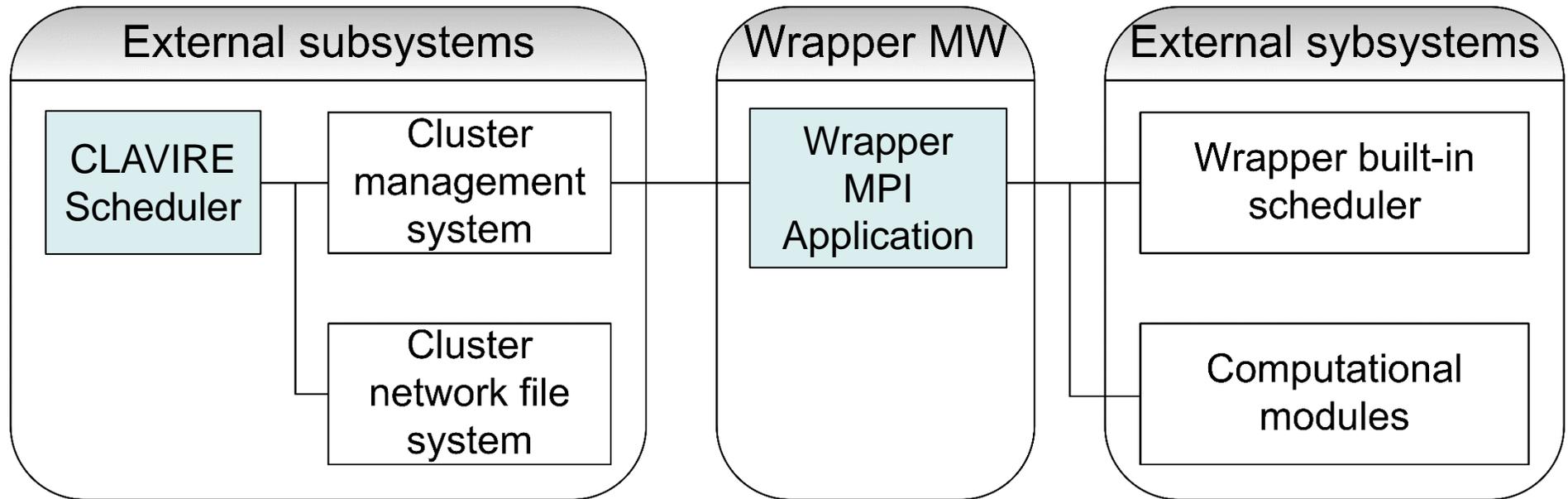


Назначение программного компонента Wrapper

- ❑ Программный компонент ориентирован на совместное использование с системой CLAVIRE (CLOUD Applications VIRtual Environment) [<http://escience.ifmo.ru/research/view/9>]
- ❑ Обеспечивает поддержку выполнения модели исполнения задач
- ❑ Обеспечивает централизованное планирование исполнения модулей по вычислительным ресурсам на основании статистики использования ресурсов
- ❑ Обеспечивает миграцию модулей между узлами

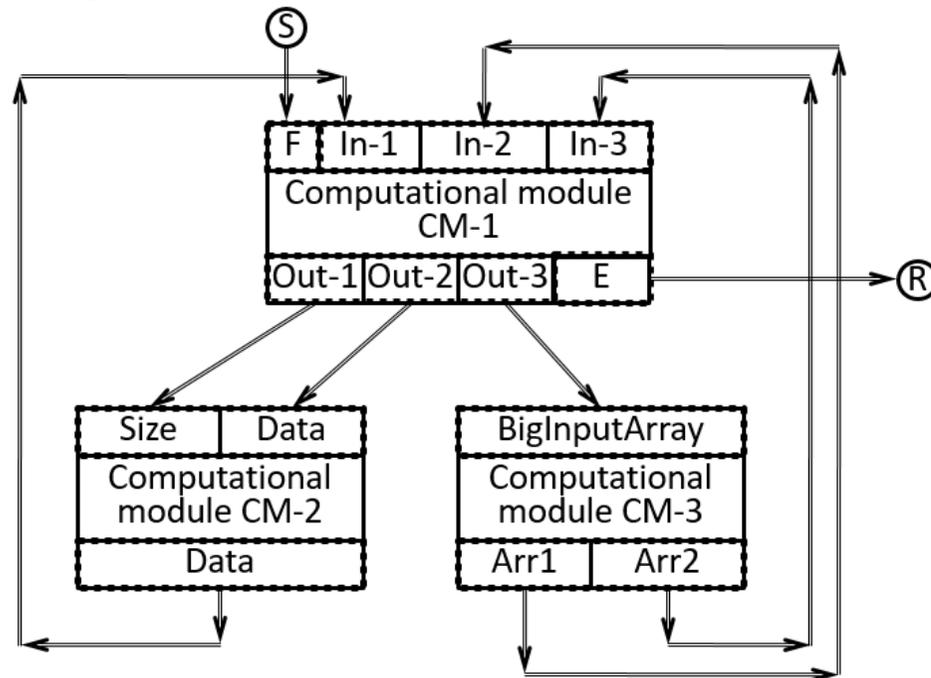


Структурная диаграмма программного компонента Wrapper



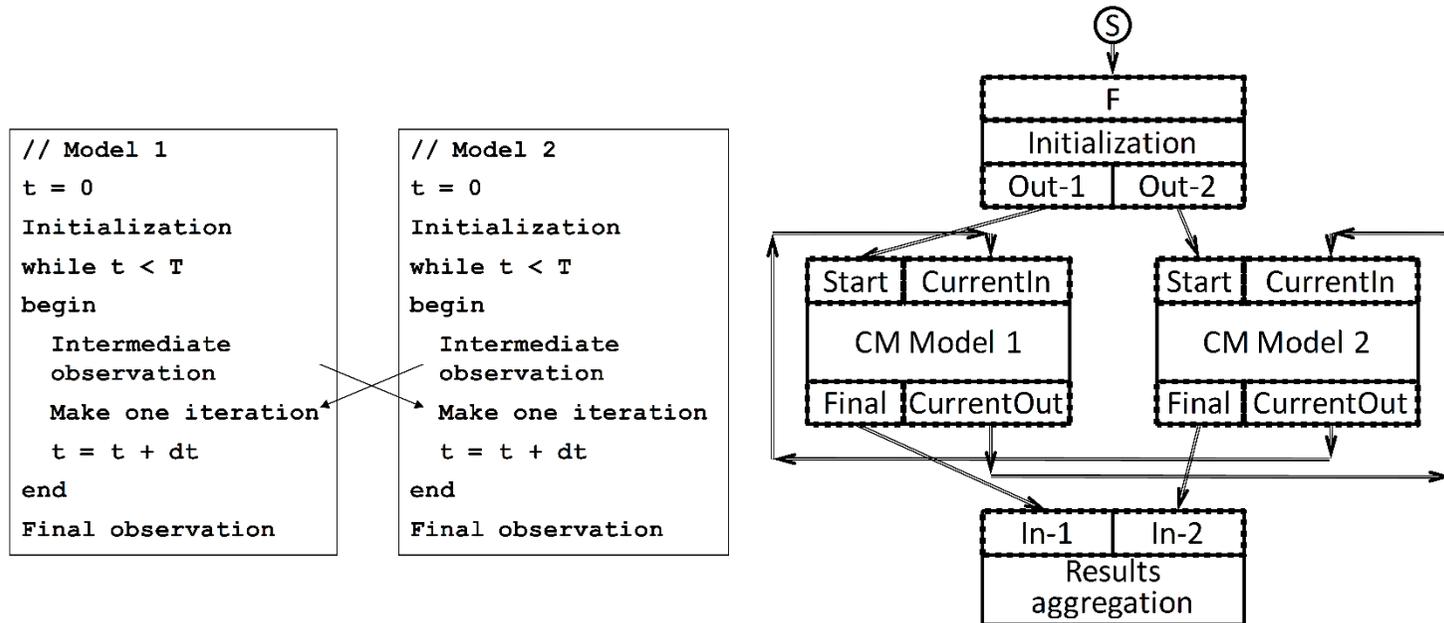
Модель исполнения задачи

- ❑ **Модель исполнения задачи** содержит информацию о вычислительных модулях, возможных наборах входных и выходных данных
- ❑ Входные данные приходят вычислительному модулю от встроенного планировщика компонента Wrapper, либо от других модулей



Концепция «комплекта входных/выходных данных»

- **Комплект входных данных** – набор входных данных (входов), достаточных для исполнения модуля



- Обеспечивает возможность реализации многомасштабных вычислений на базе шаблона Extreme Scale Computing (ES)

Концепция «экземпляра модуля»

- ❑ Шаблон Hierarchical Multiscale Computing (HMM) предусматривает многократный запуск вычислительного модуля меньшего масштаба на одной итерации запуска вычислительного модуля большего масштаба

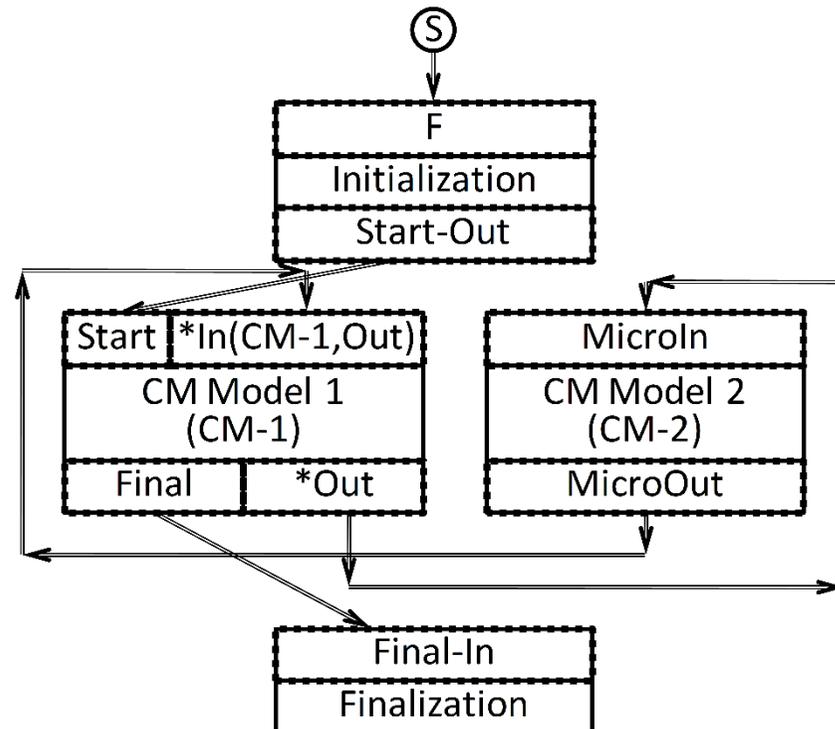
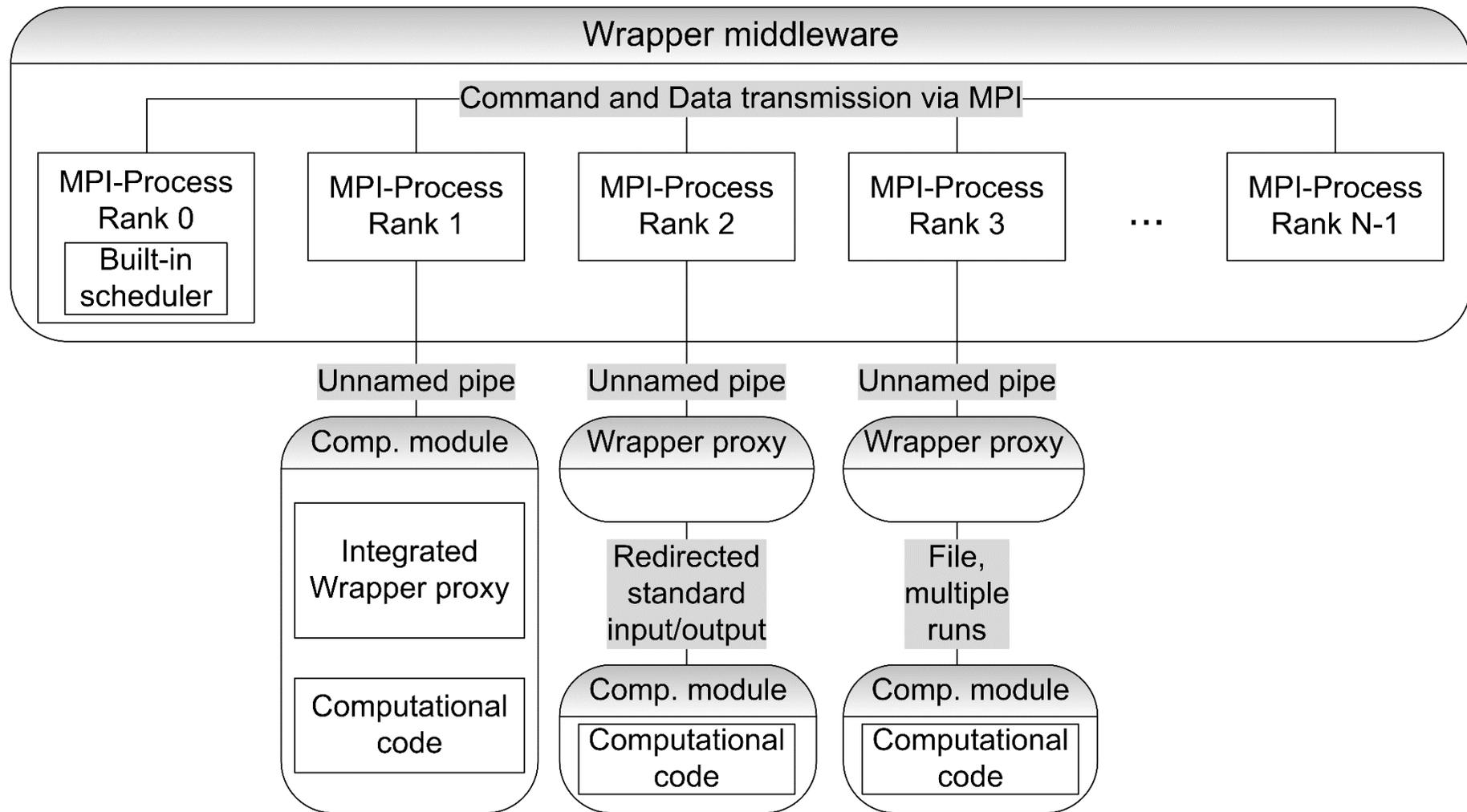
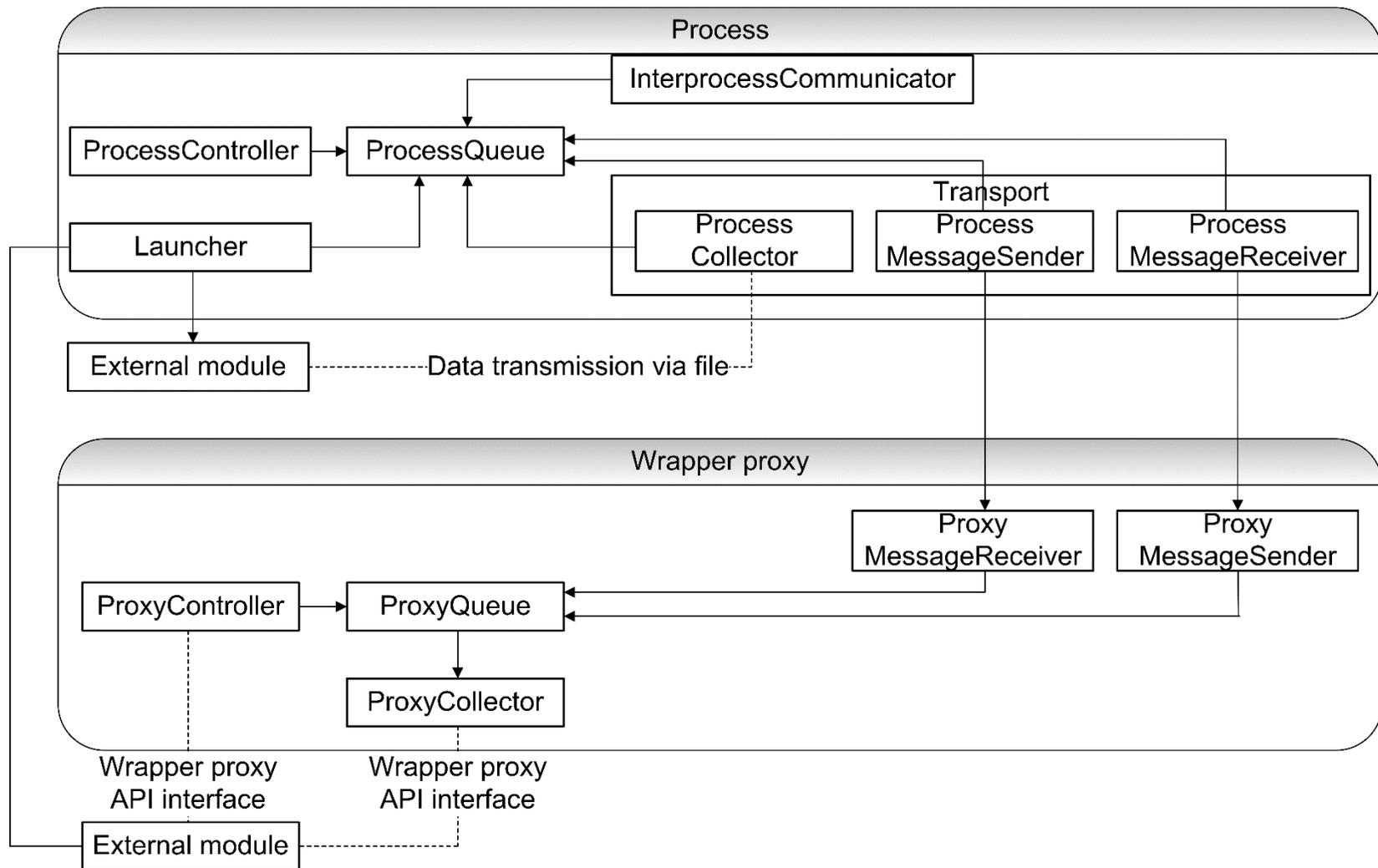


Схема взаимодействия с вычислительными модулями



Архитектура программного компонента



Оценка производительности

- Производительность оценивалась с точки зрения скорости передачи данных для двух механизмов:
 - Использование внешнего прокси и передача данных через файлы
 - Использование прокси, встроенного в вычислительный модуль

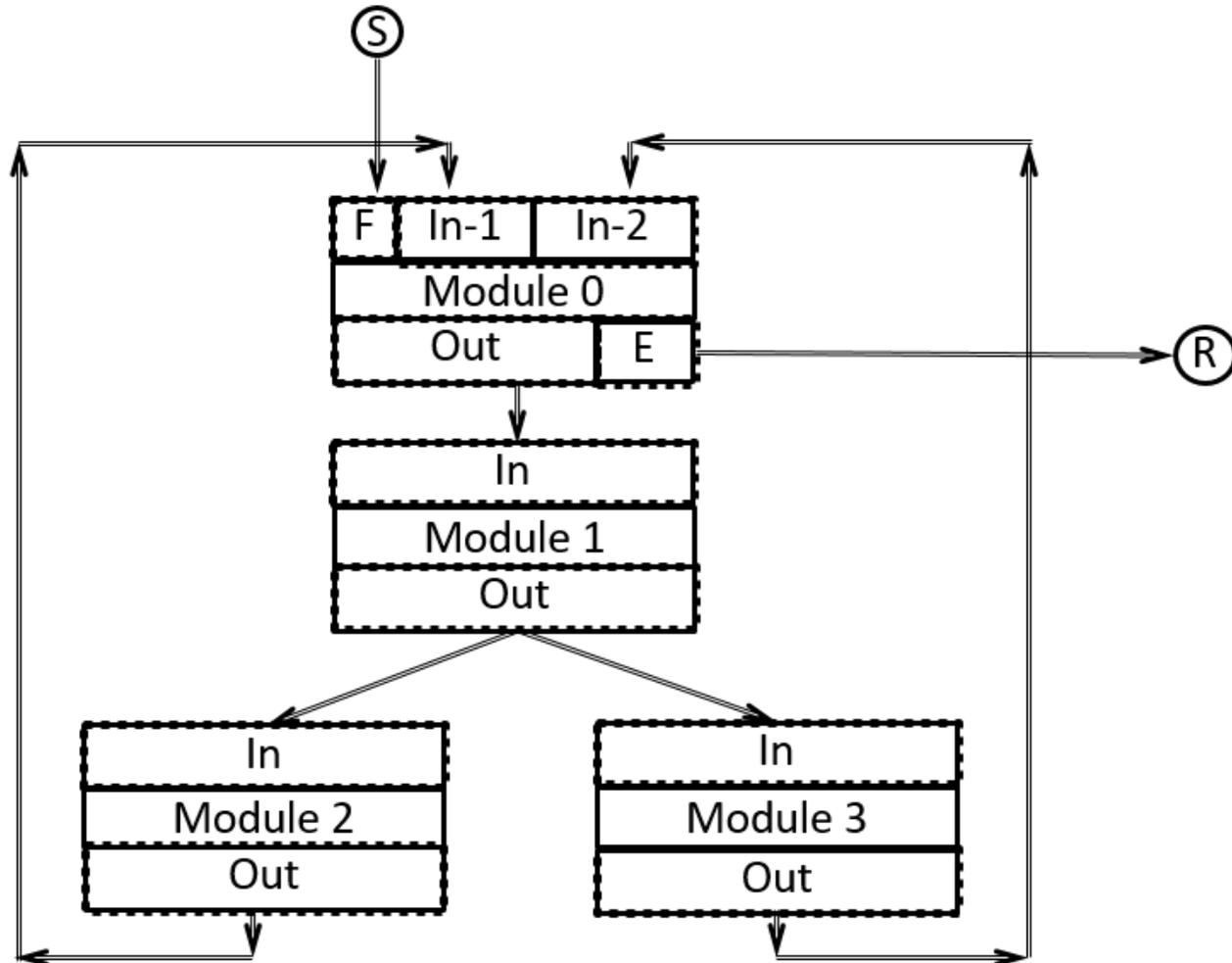


Тестовая инфраструктура

Процессор	2x Intel Sandy Bridge E5-2660 2.2 GHz processors (8 cores)
ОП	64 GB
Сеть	QDR InfiniBand
Компилятор	Intel C++ Compiler (в составе Intel Parallel Studio XE Cluster Edition 2017)
Библиотеки	Intel MPI (в составе Intel Parallel Studio XE Cluster Edition 2017)



Тестовая модель исполнения задачи



Среднее время выполнения одной итерации (внешний прокси)

#	Размер блока данных (Б)	Среднее время одной итерации (с)
1	10	0.13
2	100	0.14
3	1 000	0.13
4	10 000	0.16
5	100 000	0.14
6	1 000 000	0.29
7	10 000 000	0.76
8	100 000 000	17.98
9	1 000 000 000	196.02



Среднее время выполнения одной итерации (встроенный прокси)

#	Размер блока данных (Б)	Среднее время одной итерации (с)
1	10	0.054
2	100	0.053
3	1 000	0.05
4	10 000	0.06
5	100 000	0.05
6	1 000 000	0.06
7	10 000 000	0.12
8	100 000 000	6.39
9	1 000 000 000	61.92



Адаптация пакета “Restenosis”

- ❑ Приложение "Рестенозис" осуществляет расчет восстановления преград в кровеносных сосудах
- ❑ Оригинальная версия использует 8 вычислительных модулей и библиотеку MUSCLE для передачи данных между ними

- ❑ Выполнена адаптация приложения "Рестенозис" для использования компонента Wrapper
- ❑ Адаптированная версия "Рестенозиса" на тестовой задаче формирует выходные данные, совпадающие с оригинальной версией, и показывает сравнимую производительность



Заключение

- ❑ Предложены дополнения к модели исполнения задачи, позволяющие обеспечить выполнение композитных приложений, построенных на основе шаблонов многомасштабного моделирования
- ❑ Разработанная архитектура компонента Wrapper позволяет совместно использовать вычислительные модули, реализованные с использованием различных языков и технологий программирования
- ❑ Тесты производительности показали приемлемые результаты
- ❑ Использование Wrapper при моделировании "Рестенозиса" показывает возможность его использования для решения прикладных задач

Вопросы

???

