

Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании

Создание вычислительной инфраструктуры на основе технологий грид для задачи ансамблевого прогноза погоды

Дмитрий Лабутин (labutin@unn.ru)

Александр Алехин (alexander.alekhin@itlab.unn.ru)

Илья Лысенков (ilya.lysenkov@gmail.com)

Тимофей Кучеров (timon.kts@list.ru)

(ННГУ - ITLab)

Точность прогноза

- ❑ Качество начальных полей (наблюдений и методов их обработки)
- ❑ Разрешение модели атмосферы
- ❑ Полнота и точность параметризаций процессов подсеточного масштаба («физики»)
- ❑ **Все это требует существенного роста трудоемкости алгоритма модели прогноза погоды**

Ансамблевый метод...

- Начало новой эры в численных прогнозах погоды
- Неопределенности прогноза
 - За счет неточности данных о начальном состоянии атмосферы
 - За счет неточности используемых моделей атмосферы
 - За счет неточности данных о подстилающей поверхности

Задача: уменьшить и оценить неопределенности прогноза

Ансамблевый метод...

- **Простейший ансамбль прогнозов** – это совокупность прогнозов, стартующих со слегка различающихся (в пределах ошибок анализа) начальных данных

Ансамблевый метод

- Ансамбль начальных данных должен
 - Содержать равновероятные члены
 - Являться репрезентативной выборкой из вероятных состояний атмосферы
 - Включать истинное состояние атмосферы (т.е. разброс достаточно велик)
 - Возмущения должны быть в пределах ошибок анализа

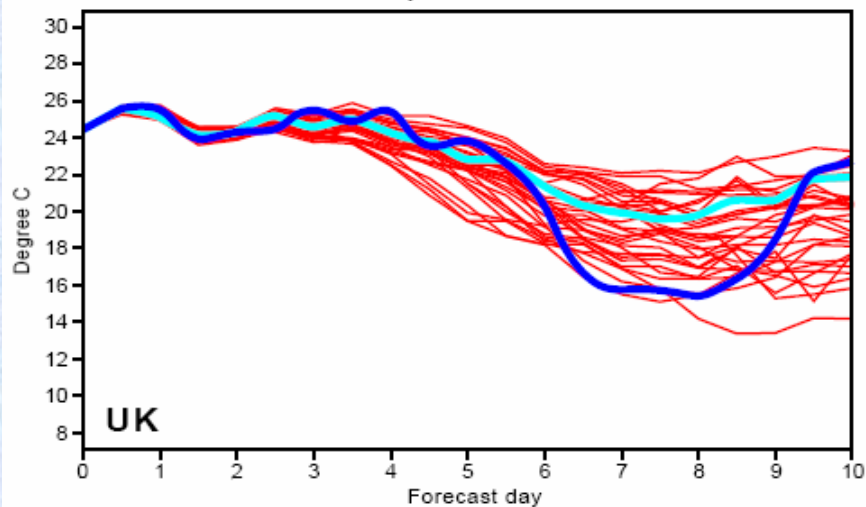
- Бридинг-метод – самый простой метод генерации ансамбля начальных данных

Пример
ансамблевого
прогноза
температуры воздуха
в Лондоне
(метеограмма)

ECMWF ensemble forecast - Air temperature

Date: 26/06/1995 London Lat: 51.5 Long: 0

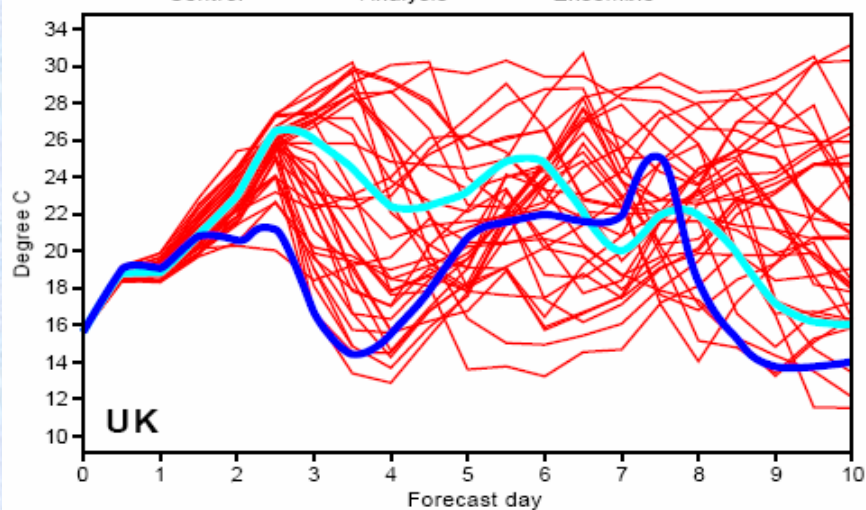
Control Analysis Ensemble



ECMWF ensemble forecast - Air temperature

Date: 26/06/1994 London Lat: 51.5 Long: 0

Control Analysis Ensemble



Выгоды использования ансамбля

- Разброс ансамбля характеризует качество прогноза
- Среднее по ансамблю дает лучшую оценку истинного состояния атмосферы
- Легко получить вероятностный прогноз явлений погоды

Глобальный ансамблевый прогноз в Гидрометцентре России

- Основан на модели T85L31
- Бридинг с глобальным масштабированием и использованием полной энергии в качестве нормы
- Шаг бридинга – 12 часов
- Начальное возмущение – разность между анализом и прогнозом на 12 час
- 9 членов ансамбля
- Исследовательская версия реализована на 2-х процессорном сервере (Xeon, 1.6 GHz)

Необходимые ежедневные расчеты

- ❑ Препроцессинг+модель на 12h+выращивание возмущений – для возмущенных членов ансамбля
- ❑ Препроцессинг+модель на 240h+выращивание возмущений+постпроцессинг – для возмущенных членов ансамбля + 1 контрольный (невозмущенный)

- ❑ Модель на сутки ~15-30 мин
- ❑ Размер файла входных данных 35 Мбайт для модели T85L
- ❑ Размер архивного файла – около 55 Мб для T85L31

Характеристика задачи

- Классическая задача, с параллелизмом по данным
- Результаты данного проекта могут быть распространены на решение других аналогичных задач

Платформа GPE

- Grid Programming Environment
- Проект компании Intel в области грид-технологий
- GPE – набор инструментов для создания и управления распределенной вычислительной средой со средствами создания грид-приложений

Инфраструктура

- ❑ Основной тип вычислительных узлов создаваемой инфраструктуры это пользовательские машины, удовлетворяющие минимальным требованиям

- ❑ Сильная гетерогенность вычислительных узлов
 - операционные системы класса Microsoft Windows, Linux
 - вычислительная мощность ресурсов

- ❑ Динамический состав вычислительных ресурсов
 - сбои в работе вычислительной сети или некоторых вычислительных узлов
 - добавление новых вычислительных узлов
 - отключение существующих ресурсов

Архитектура системы

Сервер

Globus Container

GPE Services

Управляющий модуль
прогноза погоды

Приложения

Preprocessing	Расчет новых возмущений
Post processing	Визуализация данных для отображения в GB

Хранилище данных

Сетевая папка с моделью и рабочими файлами

Исполнители

OpenSSH (+cygwin)

Модель

Клиент

GridBean

Основные моменты реализации

- ❑ Настройка вычислительных ресурсов и подключение их к инфраструктуре GPE
- ❑ Реализация управляющего модуля
 - реализация и контроль выполнения алгоритма решения прикладной задачи (реализация бридинг-метода)
 - взаимодействие с платформой GPE (создание заданий, мониторинг их выполнения, передача данных)
 - обработка событий, связанных с динамичностью вычислительной среды
- ❑ Реализация планировщика однопроцессорных заданий
 - часть управляющего модуля

Вычислительные ресурсы

- ❑ Ресурсы являются разделяемыми
- ❑ Вычислительные ресурсы под управлением ОС Linux
- ❑ Вычислительные ресурсы под управлением ОС Microsoft Windows
- ❑ Для каждого типа вычислительного ресурса создан свой конфигурационный файл для системы GPE (osProfile)

Описание реализации Управляющего модуля

Подсистемы управляющего модуля:

- очередь заданий на основе ансамблей
- мониторинга целевых систем (оценка загруженности ресурса)
- планирования задач
- инициализации данных
- выполнения задач расчета:
 - ◆ прогноза ансамбля
 - ◆ невозмущенного прогноза
 - ◆ шага бридинг метода
 - ◆ постпроцессинга
- поддержка визуализации
- хранения данных, восстановление состояния вычислений после перезапуска
- Интерфейс веб-сервиса для доступа из GridBean
 - ◆ установка параметров, запуск расчетов, мониторинг вычислений, визуализация данных

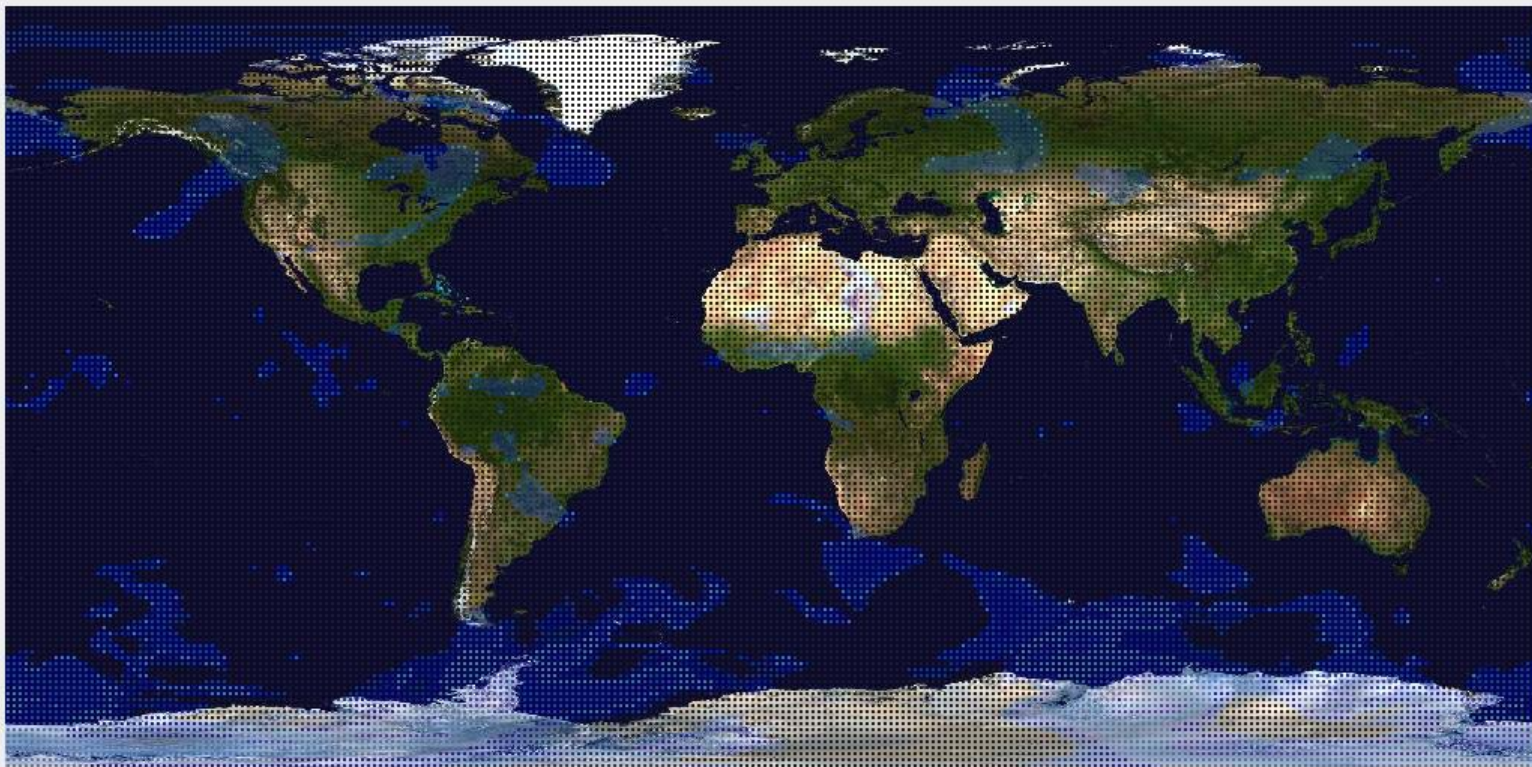
Заключение

□ Основные результаты

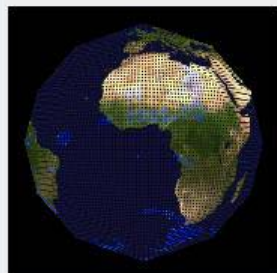
- разработка рекомендаций по методологии переноса существующих приложений в среду грид без необходимости существенной модификации;
- демонстрация возможности увеличения вычислительной мощности оборудования организации за счет эффективного использования простаивающих ресурсов персональных компьютеров;
- демонстрация возможности объединения разнородных вычислительных ресурсов (компьютеры под управлением операционных систем Linux и Windows, персональные компьютеры и небольшие сервера) в единый грид-сегмент.

File

Map World



World 3D Model

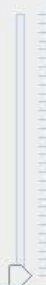


Control Panel

Large-scale deposits, m

Large-scale deposits Color Map

1



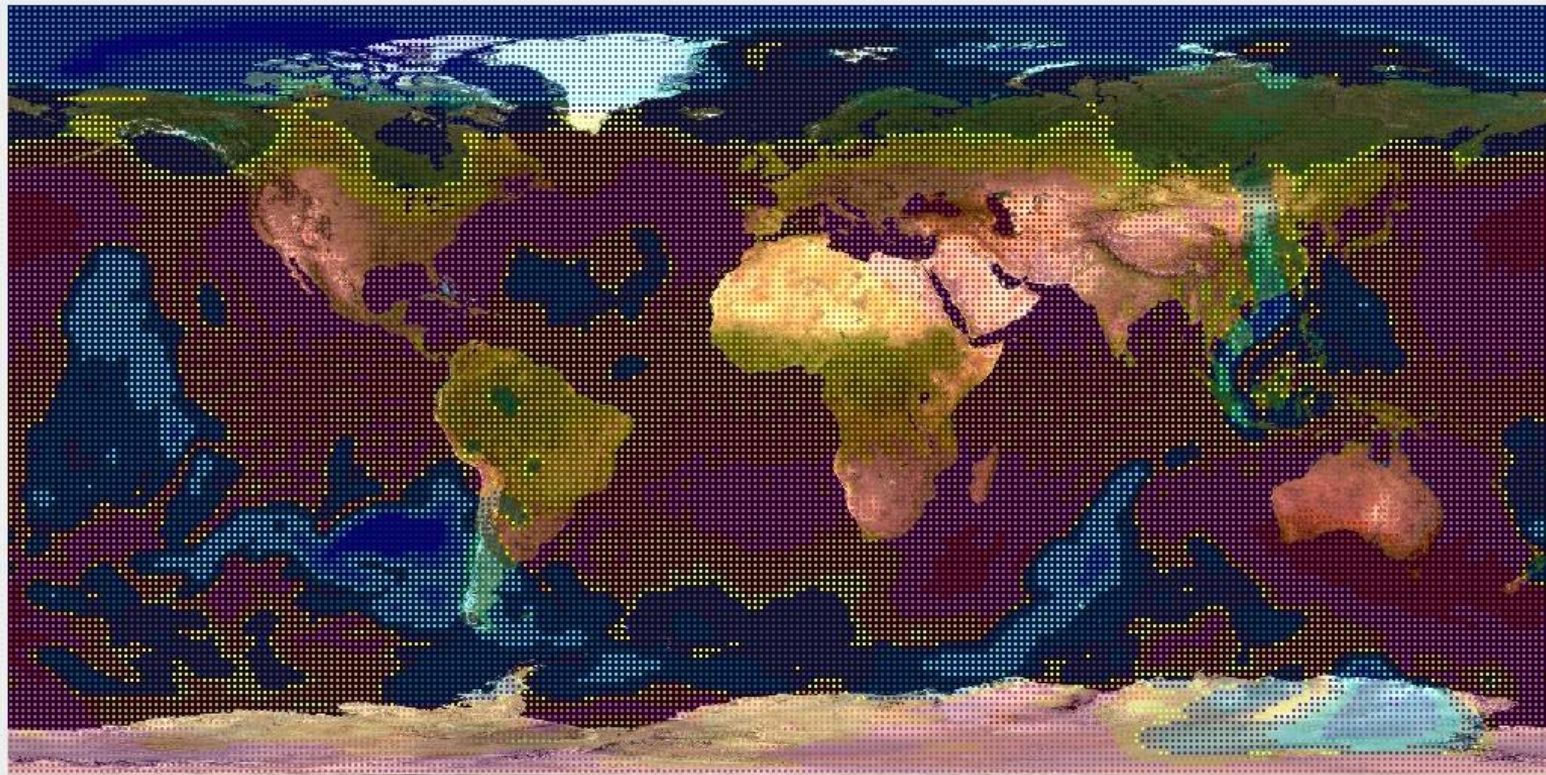
Color maps list

#	Value	R	G	B
1	0.0	30	30	30
2	1.0E-10	30	60	150
3	1.0E-5	0	60	180
4	4.0E-5	0	30	220
5	2.0E-4	60	120	255
6	4.0E-4	30	120	255
7	6.5E-4	30	60	255
8	0.0010	0	60	255

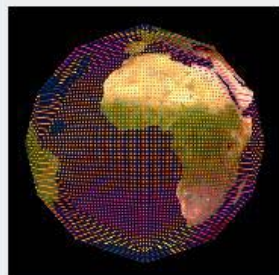
Insert

19

Map World



World 3D Model

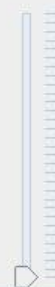


Control Panel

Ground Pressure, GPa

Ground Pressure Color Map

0



Color maps list

#	Value	R	G	B
0	-1.7976931348623157E308	0	0	255
1	62000.0	0	70	255
2	65000.0	0	150	255
3	80000.0	0	255	255
4	91000.0	0	100	100
5	97000.0	70	70	70
6	99000.0	255	255	0
7	99500.0	255	150	0

Insert

20

Спасибо!
за внимание