



**INTEL[®]
INNOVATION
DAY**



РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБЛАКЕ И ДАТАЦЕНТРЕ.

Михаил Сморкалов, ведущий инженер по разработке ПО

Содержание

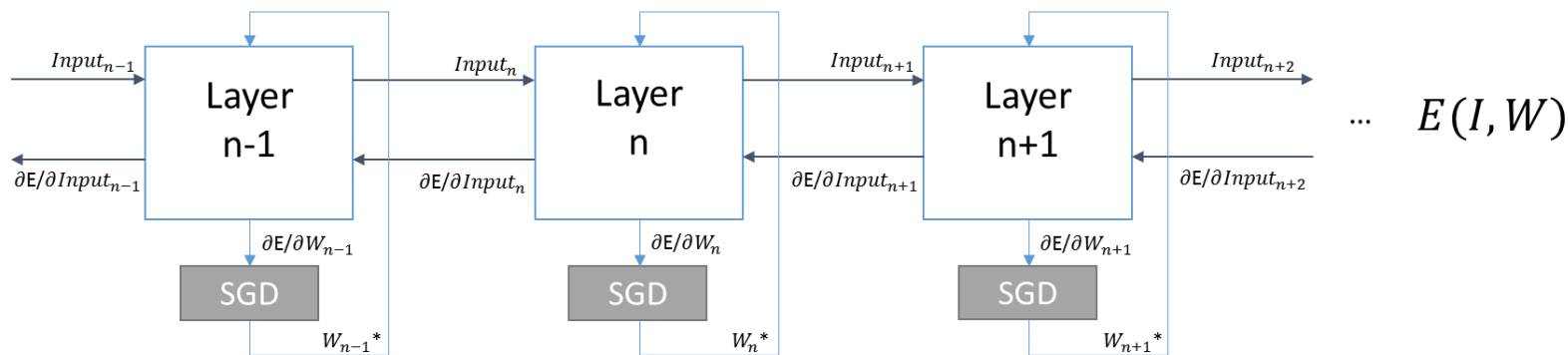
- Введение в распределенное обучение нейронных сетей
- Способы параллелизации
- Трюки и подходы для ускорения процесса
- Реализация во фреймворках машинного обучения
- Последние результаты
- Прогнозы

Введение в распределенное обучение нейронных сетей

- Обучение нейронных сетей длительный процесс:
 - Вычислительная сложность до 100+ ExaFLOP (1 ExaFLOP = 10^{18} операций);
 - Пиковая производительность одного узла – единицы и десятки TeraFLOPS (1 TF = 10^{12} op/sec);
 - Пиковая производительность крупнейших HPC кластеров - десятки PetaFLOPS (1 PF = 10^{15} op/sec).
- Исследовательская работа может требовать многократных попыток тренировки сети с различными параметрами.
- **Время разработки продукта критично на высококонкурентном рынке**

Введение в распределенное обучение нейронных сетей

- Forward propagation: вычисляем значение loss-функции на основании текущих весов и входного минибатча;
- Backward propagation: вычисляем градиенты ошибки по отношению к весам для всех слоев сети;
- Weights update: используем вычисленные градиенты для обновления весов сети;

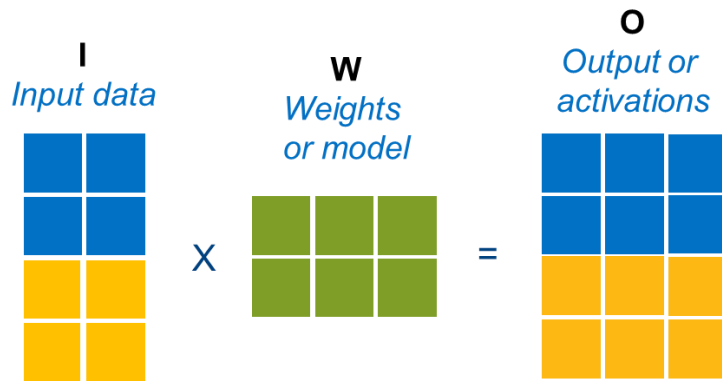


SGD: $W_n^* = W_n - \alpha * \partial E / \partial W_n$ or variants

Способы параллелизации

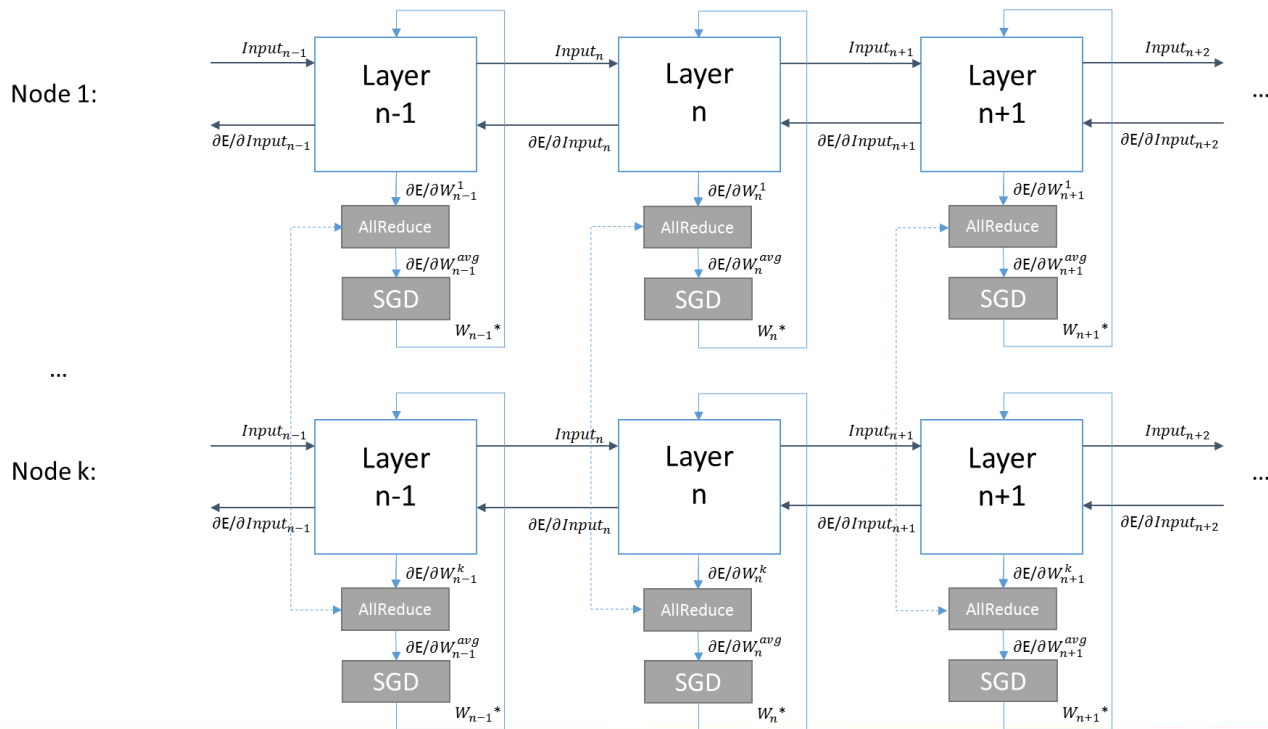
- Параллелизм по данным:

- Каждый вычислительный узел содержит копию модели;
- Каждый вычислительный узел получает свой кусок входных данных;
- Коммуникация необходима для усреднения полученных на каждом узле градиентов;
- Паттерны коммуникации
 - AllReduce
 - ReduceScatter + AllGather



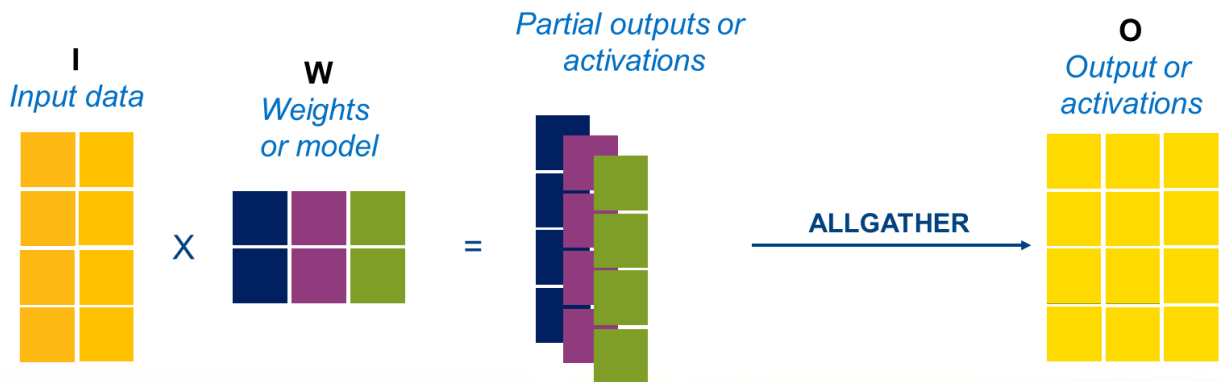
Способы параллелизации

- Добавляется новый шаг:



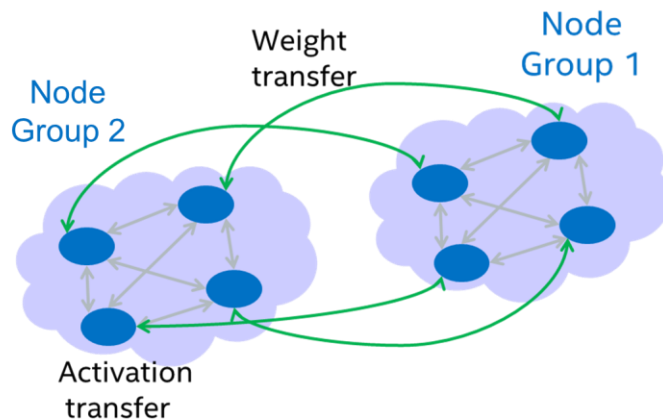
Способы параллелизации

- Параллелизм по модели:
 - Модель разбивается по вычислительным узлам;
 - Каждый узел получает копию входных данных;
 - Коммуникация для частичных активаций;



Способы параллелизации

- Гибридный параллелизм:
 - Разбиваем узлы на группы;
 - Модельный параллелизм внутри групп;
 - Параллелизм по данным между группами;
 - Включает в себя коммуникацию как по градиентам, так и по активациям слоёв;

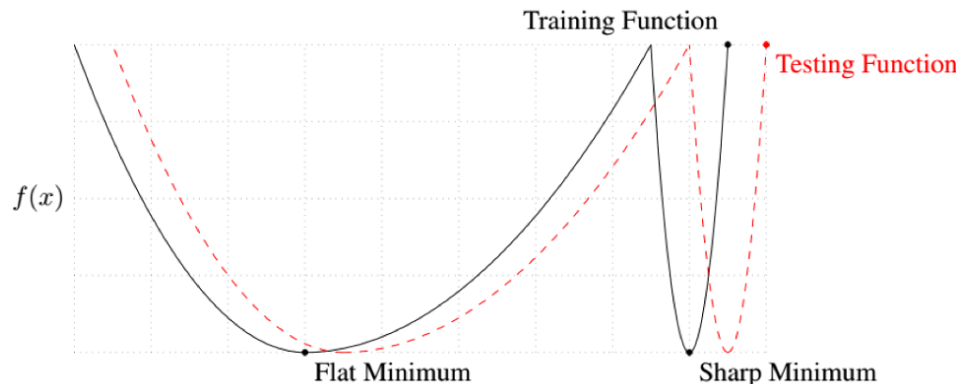
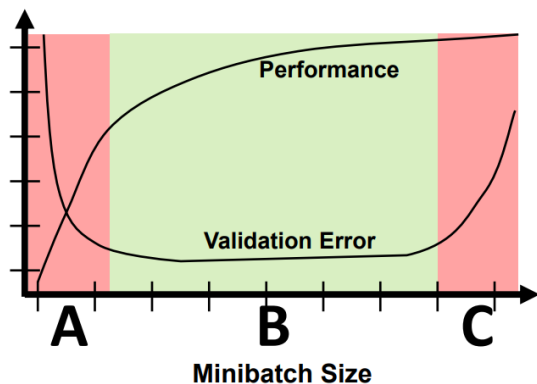


Способы параллелизации

- Какой тип выбрать?
 - Модельный: число градиентов существенно больше числа активаций;
 - Параллелизм по данным в обратном случае;
 - С ростом числа узлов соотношение числа активаций и градиентов на каждом узле изменяется;

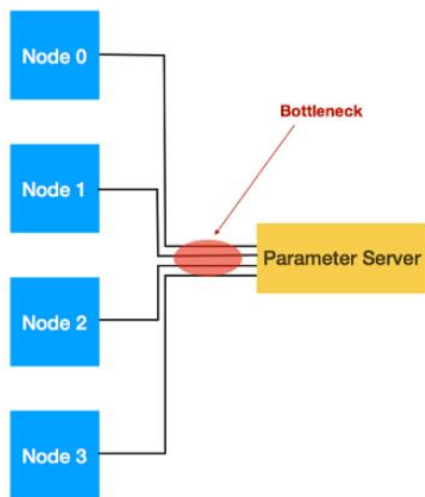
Способы параллелизации

- Потенциальные проблемы:
 - Сильное уменьшение одной из размерностей тензора может повлиять на эффективность вычислений; желательно увеличивать размер минибатча.
 - Изменение размера минибатча обычно требует подбора новых гиперпараметров.

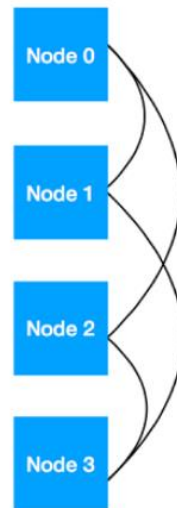


Трюки и подходы для ускорения процесса

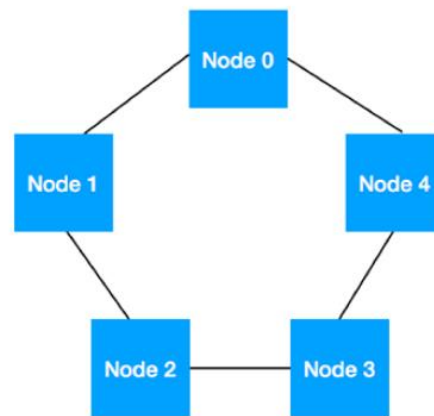
- Эффективный выбор алгоритма коммуникации:



Parameter Server



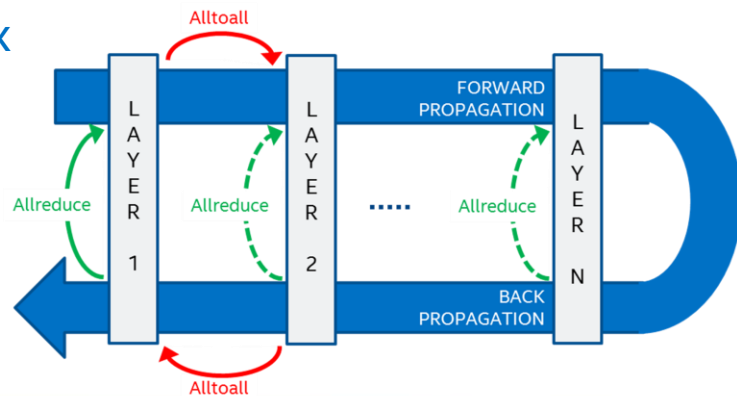
Butterfly All-reduce



Ring All-reduce

Трюки и подходы для ускорения процесса

- Правильный выбор параллелизма
- Увеличение минибатча
- Перекрытие коммуникации с основными вычислениями
- Приоритизация коммуникации на критическом пути
- Сокращение размера передаваемых данных



<https://github.com/intel/MLSL>

Реализация во фреймворках машинного обучения

- Tensorflow:
 - Horovod – параллелизм по данным
 - TF mesh – все виды параллелизма
- Intel (R) distribution of Caffe:
 - Все виды параллелизма
- MXNet:
 - Параллелизм по данным
- Intel (R) Ngraph:
 - В данный момент поддерживает параллелизм по данным

Некоторые результаты

- SURFSara used Intel Caffe and MLSL to achieve ResNet50 time-to-train (~40 minutes, 768 Xeon SKX)
- UCB & TACC achieved 11 min for AlexNet (1024 Intel Xeon) and 31 minutes TTT for ResNet50 (1600 Intel Xeon) training
- NERSC, Stanford and Intel demonstrated Deep Learning scaling with 9K nodes
- Amazon cloud trains ResNet-50 in 3 hours and 25 mins using 128 nodes of C5.18xlarge Intel Xeon on Ethernet

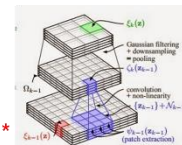
Deep Learning at 15PF!

Deep Learning Applied to Science Problems in High Energy Physics and Climate Simulation



Novel Hybrid Parameter Scheme

Highest Performance and Scaling Reported for Deep Learning To Date:



15 PF peak, sustained 13.27 PF on 9K Cori nodes *

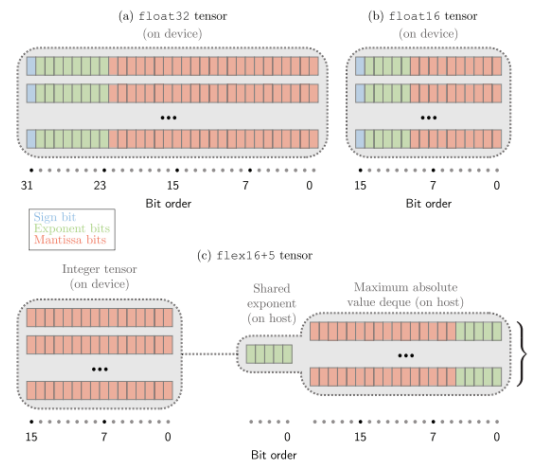
NERSC-STANFORD-INTEL COLLABORATION *

Common Tool Chain of MKL-DNN, MLSL, IntelCaffe Scales DL from 100s to 1000s of Xeon and Xeon Phi nodes: benchmarks and science apps

🔗	Apr 2018	ResNet50 Intel(R) Corporation source	3:25:55	N/A	93.02%	128 nodes with Xeon Platinum 8124M / 144 GB / 36 Cores (Amazon EC2 [c5.18xlarge])	Intel(R) Optimized Caffe
🔗	Apr 2018	ResNet56 Intel(R) Corporation source	3:31:47	N/A	93.11%	128 nodes with Xeon Platinum 8124M / 144 GB / 36 Cores (Amazon EC2 [c5.18xlarge])	Intel(R) Optimized Caffe
🔗	Apr 2018	ResNet50 Intel(R) Corporation source	6:09:50	N/A	93.05%	64 nodes with Xeon Platinum 8124M / 144 GB / 36 Cores (Amazon EC2 [c5.18xlarge])	Intel(R) Optimized Caffe

Прогнозы:

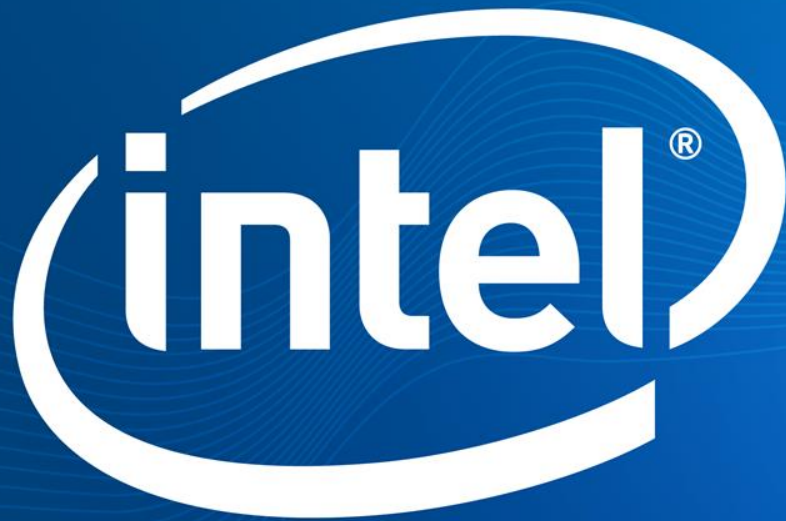
- Улучшенные техники подбора параметров при обучении с большими минибатчами
- Типы данных пониженной точности (fp16, bfp16, etc.)
- Квантизация и компрессия градиентов
- Рост важности оптимизации коммуникации с ростом вычислительной мощности индивидуальных узлов



Резюме:

- Распределенное обучение позволяет сократить время разработки продукта и вывести его на рынок раньше;
- Реализовано во всех популярных фреймворках машинного обучения и просто в использовании (при тренировке на процессорах Intel используйте версии, оптимизированные под IA);
- Отличная масштабируемость многих задач на процессорах Intel (как в облаке, так и в датацентре);

Q&A



The background is a solid blue color. Overlaid on this are several wavy, ribbon-like lines that flow from left to right. These lines are composed of many thin, parallel lines, creating a sense of motion and depth. The color of these lines transitions from a bright yellow on the left to a vibrant orange on the right. A bright, multi-colored lens flare or light burst is positioned on the right side, partially overlapping the wavy lines and the text. The text is centered horizontally and consists of two lines: the top line is in English and the bottom line is in Russian, both in a bold, white, sans-serif font.

INTEL® INNOVATION DAY
В РИТМЕ ТЕХНОЛОГИИ