

ОБОВЩЁННЫЕ МЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА

Козлов Владимир Дмитриевич

Аспирант

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: kozlov2.volodia2@gmail.com

По мере увеличения числа вычислительных устройств в распределённой вычислительной системе возрастает сложность её коммуникационной среды и, как следствие, накладные расходы на обмен информацией между вычислителями. В связи с этим эффективность современных вычислительных кластеров зачастую зависит не только от характеристик отдельных вычислительных узлов, но и от характеристик коммуникационной среды [1]. Одним из наиболее распространённых методов организации обмена информацией между вычислительными узлами в распределённой системе является использование библиотечной реализации стандарта Message Passing Interface (MPI). При этом все взаимодействия между вычислительными устройствами проводятся посредством обмена сообщениями. Задержки, возникающие при передаче сообщений, являются важной характеристикой коммуникационной среды, и их анализ может применяться в целях мониторинга работоспособности коммуникационной сети и динамического планирования выполнения распределённых приложений.

Существующие системы тестирования коммуникационной среды многократно замеряют время передачи сообщения между парами вычислительных узлов при различных длинах сообщений и различных параметрах функционирования коммуникационной среды. В качестве примера можно привести систему PARUS [2], использовавшуюся нами для сбора исходной информации. В результате образуется трёхмерное аналитическое пространство, в каждой ячейке которого содержится выборка задержек. Такое пространство имеет слишком большой размер, и для дальнейшего анализа его необходимо агрегировать. С этой целью было проведено стохастическое моделирование задержек при фиксированном узле-отправителе, узле-получателе и длине сообщения: задержки рассматривались в качестве случайных величин с распределением — смесью трёхпараметрических логнормальных распределений [3].

Исходя из природы задержек, было бы разумно требовать выпол-

нения следующих *обобщённых метрических условий*:

- $t_{l_1, s \rightarrow d} \leq t_{l_2, s \rightarrow d} \forall s, d$, если $l_1 \leq l_2$ — **монотонность**;
- $t_{l_1 + l_2, s \rightarrow d} \leq t_{l_1, s \rightarrow d} + t_{l_2, s \rightarrow d} \forall s, d, l_1, l_2$ — **неделимость**;
- $t_{l, s \rightarrow d} \leq t_{l, s \rightarrow m} + t_{l, m \rightarrow d} \forall s, m, d, l$ — **неравенство треугольника**.

Заметим, что, поскольку задержки представляют собой случайные величины, проверка неравенств является нетривиальной задачей.

В работе предложены и исследованы методы проверки обобщённых метрических характеристик коммуникационной среды вычислительного кластера как для агрегированного, так и для неагрегированного аналитического пространства. Показано, что при использовании указанной модели задержек вместо выборок большого размера метрические характеристики сохраняются с высокой точностью для практических применений.

Литература

1. Salnikov A. N., Andreev D. Yu., Lebedev R. D. Toolkit for analyzing the communication environment characteristics of a computational cluster based on MPI standard functions // Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics. 2012. Vol. 36, № 1. P. 41–49.
2. Salnikov A. N. PARUS: A Parallel Programming Framework for Heterogeneous Multiprocessor Systems // In: Recent Advances in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface. Bonn, Germany, 2006, P. 408–409.
3. Козлов В. Д. Анализ задержек передачи сообщений в коммуникационной среде вычислительного кластера // Сборник тезисов XXIV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2017». Москва, 2017, С. 20–21.