

# 1      **Cloud-Optimized HDF5 for NASA's ICESat-2 Mission**

2                      **Luis A. Lopez<sup>1</sup>, Andrew P. Barrett<sup>1</sup>, Amy Steiker<sup>1</sup>**

3                      <sup>1</sup>CIRES, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder., Boulder, CO, USA

## Abstract

The Hierarchical Data Format (HDF) is a common archival format for n-dimensional scientific data; it has been utilized to store valuable information from astrophysics to earth sciences and everything in between. As flexible and powerful as HDF can be, it comes with big tradeoffs when it's accessed from remote storage systems, mainly because the file format and the client I/O libraries were designed for local and supercomputing workflows. As scientific data and workflows migrate to the cloud, efficient access to data stored in HDF format is a key factor that will accelerate or slow down “science in the cloud” across all disciplines. We present an implementation of recently available features in the HDF5 stack that results in performant access to HDF from remote cloud storage. This performance is on par with modern cloud-native formats like Zarr but with the advantage of not having to reformat data or generate metadata sidecar files (DMR++, Kerchunk). Our benchmarks also show potential cost-savings for data producers if their data are processed using cloud-optimized strategies.

## 1 Section Heading

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum hendrerit facilisis velit sit amet malesuada. Phasellus ornare nibh augue, maximus sodales ex tristique vitae. Vivamus non sollicitudin orci, aliquam placerat metus. Maecenas volutpat orci felis, vel finibus urna consectetur sed. Integer in dui ac dui mollis imperdiet. Quisque sed dapibus nibh. Aenean non luctus leo. Phasellus luctus mauris id aliquet dictum. Aliquam fermentum semper massa, vel dignissim nibh dictum et. See Hubbard et al. (2021).

Phasellus interdum tincidunt ex, a euismod massa pulvinar at. Ut fringilla ut nisi nec volutpat. Morbi imperdiet congue tincidunt. Vivamus eget rutrum purus. Etiam et pretium justo. Donec et egestas sem. Donec molestie ex sit amet viverra egestas. Nullam justo nulla, fringilla at iaculis in, posuere non mauris. Ut eget imperdiet elit.

In luctus mauris vitae imperdiet luctus. Morbi volutpat ligula ut tortor fermentum, eu ornare felis luctus. Donec semper diam vitae mattis posuere. Suspendisse facilisis purus nisi, sit amet egestas ex tempor ut. Cras tortor nulla, euismod at fermentum vel, dictum vel justo. Aenean commodo interdum diam nec placerat. Nunc vestibulum felis at est tincidunt, at euismod dui vestibulum. Nulla venenatis tortor at auctor iaculis. Donec consectetur neque ut sagittis ornare. Nullam pharetra felis tempor suscipit efficitur. Curabitur nibh ex, euismod at congue hendrerit, egestas id mi. Duis porttitor neque in commodo elementum. Fusce vitae fermentum nisi, euismod viverra augue. Curabitur at mi pretium, accumsan purus nec, tempus turpis.

Donec non semper dui, quis aliquet est. Quisque quis sapien at massa ultricies egestas. Duis consequat ultricies erat, a pulvinar nisl vestibulum id. Sed tristique turpis ligula, et tempor lectus iaculis at. Vivamus commodo sapien ac turpis vestibulum dapibus. Morbi tristique arcu metus, et laoreet nisi varius nec. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Fusce sit amet nisl at mauris suscipit aliquet. Nulla vitae dignissim urna. Suspendisse sit amet arcu vitae magna blandit mattis. Vivamus convallis efficitur pulvinar. Sed cursus elit nulla. Sed porta, arcu a euismod pretium, odio dui lacinia lacus, ac vulputate nulla augue eget ex. Nullam consequat ligula sit amet mattis aliquam. Nulla risus urna, ultrices vel ullamcorper id, ornare viverra nunc.

Nunc in lobortis lacus. Duis maximus urna leo, varius sodales arcu interdum nec. Pellentesque imperdiet dolor in leo eleifend dapibus. Ut dapibus, lectus non viverra gravida, ipsum ex faucibus tellus, quis iaculis risus tellus eget augue. Nullam a viverra est. Cras velit nisi, interdum in lacus at, vehicula mattis elit. Curabitur eu viverra purus. Proin pellentesque, metus vitae congue convallis, lorem metus feugiat

mi, sit amet auctor purus ligula bibendum ante. Nam id justo scelerisque, rhoncus lectus in, fermentum libero. Donec tincidunt egestas ex ac eleifend. Cras faucibus ipsum a nunc faucibus fermentum. Integer et maximus lacus. Nam dictum nibh id viverra convallis.

## 2 Acknowledgments

Phasellus interdum tincidunt ex, a euismod massa pulvinar at. Ut fringilla ut nisi nec volutpat. Morbi imperdiet congue tincidunt. Vivamus eget rutrum purus. Etiam et pretium justo. Donec et egestas sem. Donec molestie ex sit amet viverra egestas. Nullam justo nulla, fringilla at iaculis in, posuere non mauris. Ut eget imperdiet elit.

## 3 Open research

Phasellus interdum tincidunt ex, a euismod massa pulvinar at. Ut fringilla ut nisi nec volutpat. Morbi imperdiet congue tincidunt. Vivamus eget rutrum purus. Etiam et pretium justo. Donec et egestas sem. Donec molestie ex sit amet viverra egestas. Nullam justo nulla, fringilla at iaculis in, posuere non mauris. Ut eget imperdiet elit.

## References

Hubbard, B., Christoffersen, P., Doyle, S. H., Chudley, T. R., Schoonman, C. M., Law, R., & Bougamont, M. (2021). Borehole-based characterization of deep mixed-mode crevasses at a greenlandic outlet glacier. *AGU Advances*, 2(2). <https://doi.org/10.1029/2020av000291>