

複数データ構造を統合するトランザクション処理向け インデックス構築手法

中園 翔^{1,a)} 中森 辰洋^{2,b)} 川島 英之^{2,c)}

概要: データベースのインデックスでは、単一のデータにアクセスするポイントクエリと複数のデータにアクセスするレンジクエリが混在して処理される。多様なワークロードを高速に処理するため、これまでに多様なインデックスが提案されてきた。その中でもデータベースシステムでは、並行 B+木が特に広く採用されてきた。並行 B+木はすべてのクエリを処理できるデータ構造であるが、1) ポイントクエリでは性能が低く、また 2) ファントム異常を回避するためにレンジクエリの処理効率が低下してしまう、という 2つの問題を抱えている。この 2つの問題を解決するため、本論文では、幅広いワークロードに対して高い性能をもたらす、ファントム異常の回避を保証するインデックス最適化手法 *Precision Locking Index (PLI)* を提案する。PLI は、既存の並行 B+木などのインデックスに対して 1) ポイントクエリのためのハッシュテーブル、2) ファントム異常回避のための Precision Locking、の 2つのデータ構造を追加し、単一のインデックスとして透過的に扱えるよう同期を行う。本論文では、並行 B+木の実装のひとつである OpenBwTree に PLI を適用した。この最適化によって、YCSB-A のワークロードにおいて並行 B+木に対して約 2.5 倍、YCSB-E では約 6.6 倍の性能向上が観測された。

Designing Database Indexes by Integrating Multiple Data Structures

SHO NAKAZONO^{1,a)} TATSUHIRO NAKAMORI^{2,b)} HIDEYUKI KAWASHIMA^{2,c)}

Abstract: Database indexes process workloads that are mixtures of point and range queries. The optimal data structure is different for each workload, and a variety of indexes have been proposed. Concurrent B+ trees have been widely used in database systems, due to versatility in handling various workloads. However, concurrent B+ trees suffer from two problems: 1) low performance for point queries and 2) a performance penalty for range queries to avoid phantom anomalies. To solve these two problems, this paper proposes PLI, an optimization method for existing indexes such as concurrent B+ trees. PLI adds two data structures to an existing index: 1) a hash table for point queries and 2) a precision locking for avoiding phantom anomalies. PLI synchronizes all data structures so as to transparently handle them as a single database index. In this paper, we applied PLI to OpenBwTree, one of the state-of-the-art implementations of concurrent B+ tree. This optimization resulted in a performance improvement of about 2.5x for YCSB-A workloads and about 6.6x for YCSB-E workloads compared to the stand-alone OpenBwTree.

Keywords: Database Index, Transaction Processing, Phantom Anomaly

¹ NTT コンピュータ&データサイエンス研究所
NTT Computer and Data Science Laboratories

² 慶應義塾大学 環境情報学部
Keio University

a) syou.nakazono.nu@hco.ntt.co.jp

b) t19601tn@sfc.keio.ac.jp

c) river@sfc.keio.ac.jp