

(様式 5)

2021 年 12 月 15 日
Year Month Day

学位（博士）論文要旨

(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 (Ph. D. candidate)	工学府博士後期課程 電子情報工学 専攻 (major) 年度入学(Admission year) 学籍番号 19834304 氏名 十文字 優斗 (student ID No.) (Name)
主指導教員氏名 (Name of supervisor)	山田 浩史
論文題目 (Title)	大容量かつ不揮発なメモリにおける In-memory データベースの 運用性向上手法に関する研究
論文要旨 (2000 字程度) (Abstract(400 words)) ※欧文・和文どちらでもよい。但し、和文の場合は英訳を付すこと。 (in English or in Japanese) データベースは多くのシステムで利用されているアプリケーションである。サービスにおいて必要とされるデータを保存し、必要に応じてデータを探索して返信する。In-memory DB はその中でも Web サービスで広く使われているアプリケーションである。近年のマシンで利用されるメインメモリの容量の増加に伴い性能を向上させてきた。メインメモリの特性がもたらす高いスループットと低いレイテンシは Web サービスにおいて必要不可欠なものとなっている。 新たなハードウェアとして登場した PM によってデータベースが利用できるメモリの容量はさらに増加している。現在、PM は実際に市販のマシンに搭載が可能となっており DRAM の容量を大きく超え、一つのモジュールで 512 GB まで対応している。Google などでも PM を搭載したマシン環境が提供されアプリケーションを稼働させることができ、これらの環境でアプリケーションを運用するために必要な手法も広く提案されている。PM はその特性から不揮発性のメモリ領域ともなるためストレージとしても In-memory DB の性能を向上させている。 PM の登場によってメモリはさらに大容量となり今まで利用していた DB 運用技術の利用を困難としている。増加したメモリ容量はその内容が性能の根拠となる一方で、正しく運用されなければその性能を発揮できない。容量が大きくなればメモリ内容への操作にはそれ相応の時間がかかることになり管理性が低下するという課題になる。今まで利用されていた運用技術は効率が低下し、性能を発揮するためにはアプリケーションによる制約下で適切な運用環境を準備するコストがかかってくる。 本論文では In-memory DB において性能の向上を達成してきた既存手法における適用が困難となった運用技術の円滑な利用を目指し、In-memory DB の知見を利用した解決手法を提案する。In-memory DB において利用される運用技術は幅広く、その多くが管理性を向上させることに役立っている。管理性が低ければ導入コストや運用コストの増加につながり、システムの健全性を保つことが困難になってしまう。その中でも、既存手法において問題となる、再起動コストを削減する際の Reboot-based Recovery への対応と PM を利用した環境でのコンソリデーションへの対応における課題を対象とする。再起動を効率的に行う目的で設計された In-memory DB では Reboot-based Recovery を行うための条件を満たせておらず、PM を効率的に利用する目的で設計された In-memory DB ではコンソリデーシ	

ン環境下での効率的な運用が困難となっている。

課題の解決において、メモリオブジェクトに着目することで適切な運用技術の適用を目指す。メモリオブジェクトに分けて考察することでそのオブジェクトの用途や特性に合った管理を行い、効率的に運用技術を適用する手法を提案する。メモリオブジェクトに着目することによって既存の手法における課題点も明確にする。これにより、再起動を用いた運用の円滑化手法の提案とコンソリデーションの円滑化における運用手法である Puffin の提案を行う。In-memory DB として実際の Web サービスでも利用されている memcached と RocksDB の応用である MyRocks に対して再起動を運用に用いる手法を実装し、その手法の効果を示す。また、コンソリデーションの円滑化についても、RocksDB に提案手法である Puffin を実装し PM 割り当ての管理による効率的な運用が可能となることを示す。

(英訳) ※和文要旨の場合(400 words)

Databases are necessary for any system. On the services, it stores required items and provides requested items by searching them. In-memory DB is a type of application used in a wide range of Web services among databases. Recently, the main memory capacity increasing on server machines has improved the performance of in-memory DB. The high throughput and the low latency with the main memory are essential performances for Web services.

The appearance of PM for novel hardware more increases the main memory capacity. The current PM can mount to machines on the market, and the one module has up to 512 GB. Google and others provide some environments with machines that have PM for running applications. Also, PM as storage improves the performance of in-memory DBs, because PM can provide non-volatile memory regions.

Increasing memory capacity made applying existing operational techniques difficult. Increased memory capacity improves the performance of in-memory DB. However, if it is not operated correctly, its performance cannot be demonstrated. Many objects on the memory need to long term to operate and making the poor application manageability.

In this paper, we aim for smooth use of operational techniques that have become difficult to apply to existing work in in-memory DB and propose methods for resolving the problem using the knowledge of in-memory DBs. There is a wide range of operational techniques for in-memory DBs; most of them improve manageability. Poor manageability leads to increased installation and running costs, and it is challenging to keep the system stable. Of the techniques, targets are two challenges; supporting reboot-based recovery on reducing reboot costs and supporting database consolidation in the PM environment.

To resolve the challenges, we aim to apply the operational techniques with focusing on memory objects. We propose a method to apply efficient operational techniques by managing the uses and characteristics of the objects considered with memory objects. We propose an efficient method to apply reboot techniques, and Puffin is a method to use a consolidation environment considering the memory objects. Prototypes applying the reboot method with memcached and MyRocks as typical in-memory DB showed the effects. Also, a prototype of Puffin with RocksDB to efficient consolidation showed that efficient operation is possible by managing PM allocation.