

Was hält uns auf?

Christoph Mönch-Tegeder
c.moench-tegeder@accenture.com

Accenture Technology

2023-06-27



Über Mich

- PostgreSQL seit Version 7
- Berater, Trainer, ...
- Data Engineering bei Accenture
 - Datenbanken, Architektur, Konzepte, ...



Accenture

- bekannt aus Funk und Fernsehen



Accenture

- bekannt aus Funk und Fernsehen
- weltweit: 738000 Mitarbeiter, USD 60 Mrd Umsatz
- Bereiche:
 - Strategy&Consulting
 - Song
 - Technology
 - Operations
 - Industry X



Warten



Performance

- Wenige CPU-Zyklen pro Operation
 - Ressourcen ausser CPU?
- Interaktion zwischen Prozessen
 - System-Ressourcen
 - Daten



Warten

- User warten auf Interaktion
- Prozesse warten auf Daten
- Applikationen warten auf die Datenbank
- Worauf wartet die Datenbank?



Warten

- Locks
- IO
- CPU
- sonstiges(*)



Wait Events

- Wait-Events in `pg_stat_activity`
- Neun Klassen, dutzende Events
 - nicht alle Performance-relevant
- Momentansicht
 - Kurze Events kaum sichtbar
 - Wartedauer?



Wait Sampling

- Extension `pg_wait_sampling`
- Sampling: Zyklisches Auslesen der Wait-Events
 - Zyklus-Zeit `pg_wait_sampling.profile_period`
 - Vollständigkeit vs. Overhead
 - Ggf. an Gleichtakt-Verhalten denken



Beispiel: Wait Sampling

pid	event_type	event	queryid	count
4025	Activity	LogicalLauncherMain	0	9403
4019	Activity	CheckpointMain	0	9403
4042	Client	ClientRead	0	9403
4023	Activity	AutoVacuumMain	0	9403
4022	Activity	WalWriterMain	0	9395
4020	Activity	BgWriterMain	0	7281
10651	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3116
10647	Lock	transactionid	420865077312542351	3113
10648	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3100
10645	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3093
10653	Lock	transactionid	420865077312542351	3084
10646	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3063
10649	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3055
10652	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3052
10650	Lock	transactionid	420865077312542351	3051
10651	Lock	transactionid	420865077312542351	3019



Wait Sampling

- Je mehr Zeit ein Prozess in einem Zustand verbringt, desto häufiger wird er dort gezählt
- seltene, kurze Events können durch das Raster fallen
- Inaktive Prozesse dienen zur Normierung
- Prozess-Laufzeit beachten
- Aggregieren oder PID unterdrücken: Sicht auf Gesamtsystem



Beispiel: Wait Sampling

pid	event_type	event	queryid	count
4025	Activity	LogicalLauncherMain	0	9403
4019	Activity	CheckpointMain	0	9403
4042	Client	ClientRead	0	9403
4023	Activity	AutoVacuumMain	0	9403
4022	Activity	WalWriterMain	0	9395
4020	Activity	BgWriterMain	0	7281
10651	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3116
10647	Lock	transactionid	420865077312542351	3113
10648	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3100
10645	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3093
10653	Lock	transactionid	420865077312542351	3084
10646	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3063
10649	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3055
10652	Lock	transactionid	-1597659472875653566	3052
10650	Lock	transactionid	420865077312542351	3051
10651	Lock	transactionid	420865077312542351	3019



Beispiel: Wait Sampling

- Hier: 30% der Zeit im Lock-Wait
- Erinnerung: *transactionid*-Locks sind Row-Locks.
 - pgbench Scalefactor 1, 10 Clients
 - mit Scalefactor 100: Lock-Wait-Time <3%



Exkurs: Locks

- Locks werden bis zum Ende der Transaktion gehalten
- BEGIN, UPDATE, Wochenende!
- Applikation hält Transaktion lange offen
 - the bad: viel Application-Time während DB-Transaktion
 - the ugly: Application-Interlocking mit Row Locks
- langlaufende Transaktionen (DDL!)
 - CREATE INDEX CONCURRENTLY



Monitoring Lock Waits

- `log_lock_waits` – sehr lange Wartezeit
- In `pg_locks` nach `granted = 'f'` schauen
- Für non-Fast-Path-Locks: Lockmanager wird gelockt
- Extension `pg_rowlocks` hilft bei Identifikation von Rowlocks



Umgang mit Lock Waits

- `idle_in_transaction_session_timeout` – für Extremfälle
 - Schneller: Prozesse terminieren, wenn möglich
- Opportunistisches Locking statt `SELECT FOR UPDATE`
- Application-Dev hilft, Contention zu finden und zu beheben
 - Geschicktes Schemadesign hilft
- Maintenance incl. DDL sorgfältig planen
 - Impact Assessment
 - Downtime einplanen



Replikation

- Synchroner Replikation wartet auf Bestätigung vom Standby
- Overhead schätzen: Netz-Roundtrip und Commit auf Standby
- Overhead messen: `pgbench`
 - Transaktionsrate und Clients vorgeben, Latenz beobachten
 - Vergleichen mit Standalone/Asynchrone Replikation
- Vorsicht wenn Ausfall
 - Auch bei Auto-Failover muss der Ausfall erstmal erkannt werden



CPU

- Alle Cores beschäftigt
- Context Switching ist teuer: mehr Zeit im Kernel
 - top, htop: Pro Prozess und pro CPU
 - mpstat: Pro CPU
- Anzeige pro Intervall: Zykluszeit kurz wählen
- Zu langes Intervall verliert Informationen
- Load kann irreführend sein!



CPU beheben

- Code in der Datenbank?
- Komplexe Queries?
 - Auch für DBAs gilt: „Code ist nicht Dein Freund“
- Langsame Queries finden und optimieren
 - Extension `pg_stat_statements`
- Read-Offloading
- Analytics Offloading: Data Warehousing
 - Auf eigenen Systemen
 - Mit geeignetem Schema



CPU

- Datenbank-CPU's skalieren schlechter als Appserver-CPU's
- OLTP-Systeme meist nicht CPU-begrenzt
- wenn doch:
 - Queries optimieren
 - Luxusproblem!



IO-Operationen

- Unterschiedliche Arten von I (lesen) und O (schreiben)
 - Manches IO stört mehr als anderes
- Durch verschiedene Subsysteme ausgelöst



IO: Write Ahead Log

- Meist durch schreibende Transaktion (DML)
- Synchrone Writes, meist klein, Commit wartet
 - Latenz Matters
 - kann mit Hardware gelöst werden
- Benchmark: `fio`, Engine `sync`, Option `fdatasync`
- Bulk-Loads meist nicht WAL/Sync-limitiert



IO beobachten

- iostat: Sicht auf Devices (w/s, await)
- sar: Historische Daten, mäßige Auflösung
- atop: wie top, mit historischen Daten
 - Vorteil atop: Liest IO-Accounting (per-Process-Statistics)
- blktrace, iowatcher für das Blocklayer



IO: Checkpoint

- Ausgelöst durch
 - Zeit (`checkpoint_timeout`, starting: time)
 - WAL-Menge (`max_wal_size`, starting: xlog)
 - Befehl/Backup (starting: [immediate] force wait)
- IO größtenteils sequentiell
- Gleichmäßiges Schreiben (`checkpoint_completion_target`)
- Hardware mit guten Durchsatz einsetzen



IO: Reads

- Während der Query: direkt spürbar
- Ziel: wenige Reads
 - Massenhafte parallele Reads besonders schmerzhaft
- Monitoring: `pg_statio_all_tables`
- Betriebssystem unterstützt Shared Buffer
- Abhilfe: mehr RAM und Buffer, Extension `pg_prewarm`



IO: Temp Files

- Spillover wenn `work_mem` nicht ausreichend
- Reads und Writes während der Query
- Indikator für große Datenmenge
- Unkoordinierte Zugriffe mehrerer Backends
- Schwer vorhersagbare Laufzeiten



IO: Monitoring Temp Files

- Extension `pg_stat_statements`
- View `pg_stat_database`
- Logging: `log_temp_files`
- OS-Seitig IO beobachten:
 - `iostat`, `atop`, `sar`



Internals & Low Level

- The Unknown Unknowns
- Naive Graphen helfen hier nicht
- Wo verbringen die Prozesse Zeit?
 - Beobachten: perf
 - Häufigkeit und Dauer einzelner Funktionen etc.: bpftrace
 - Syscalls auch mit strace (Overhead!)
- Benötigt Erfahrung und (oft) Source Code
- „Schwierige“ und „gute“ Systeme vergleichen
 - Rechtzeitig im Betrieb üben und dokumentieren



Fragen?



We Are Hiring!

- DBAs
- Consultants
- Software Developer
- Cloud Specialists
- Project Manager
- ...and many more
- <https://www.accenture.com/de-de/careers>



Danke!

