

NÁVRH DATABÁZOVÉHO SYSTÉMU V PROSTŘEDÍ OPERAČNÍHO SYSTÉMU ZALOŽENÉHO NA SPECIFIKACI REAL-TIME.

Jan Pokorný^a

Václav Król^b

Jindřich Černohorský^c

a) VŠB Technická Univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, ČR, jan.pokorny@vsb.cz

b) Slezská Univerzita, Univerzitní náměstí 1934/3, 733 40 Karviná, ČR, krol@opf.slu.cz

c) VŠB Technická Univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, ČR, jindrich.cernohorsky@vsb.cz

Abstrakt

Příspěvek popisuje oblast návrhu databázového systému, přičemž speciálně bude věnována pozornost paměťovému databázovému systému v prostředí real-time operačního systému. Objasníme potřebu využívání databázových systémů v reálném čase. Bude představena architektura a model real-time databázového systému.

1. SYSTÉMY REÁLNÉHO ČASU

Real-time (dále RT) systémy jsou speciální systémy pro řízení v reálném čase, které garantují maximální dobu zpoždění reakcí na dané podněty, příkladem operačních systémů pro řízení mohou být QNX, VxWorks a jiné (více o operačních systémech pro řízení najdeme v [1]). Hlavní rozdělení těchto systémů je na kategorie *hard* a *soft*, kde za hodnotící kritérium považujeme toleranci nebo netoleranci překročení časového limitu odezvy. U hard RT systémů *není tolerováno* žádné prodloužení reakce na vnější událost, v jistých případech může být následkem ztráta lidských životů (systémy využívané v letectví atd.). U ostatních systémů překročení maximální doby pro odezvy není kritické - nezbytně nutné k provozu systému, ale nežádoucí. RT systémy jsou s prostředím spojeny pomocí digitálních, vstupně-výstupních mechanismů či digitálně-analogových, analogově-digitálních převodníků.

1.1 Potřeba ukládání dat

Aplikace provozovány v reálném čase (nad real-time operačními systémy) mají v mnoha případech požadavky na ukládání a zpracování velkého množství dat. Proto se od konce 80 let (průkopníky jsou Abbott, Garcia-Molina [2]) rozvíjí snaha o využití možností, které nám nabízejí klasické databázové systémy, pro aplikace v reálném čase. Tabulky a data v těchto systémech bývají zpravidla jednodušší než v klasických systémech. Počty tabulek se pohybují v řádech jednotek, s minimálními počty vzájemných vazeb a samotná ukládaná data jsou v drtivé většině pouze jednoduchých datových typů. Databázové systémy zachovávající požadované doby odezvy při svém provozu nejen v real-time operačních systémech nazýváme *real-time databázové systémy* (RTDBS). V klasických informačních systémech využíváme RTDBS systémy pro podporu vykonávání operací s kritickým termínem.

1.2 Motivace ke vzniku a používání RTDBS

(a) Oblast real-time systémů nevyužívající RTDBS

- ⇒ Aplikace v těchto systémech si ukládají data samostatně.
- ⇒ Struktury pro ukládání dat jsou závislé na jednotlivých aplikacích.

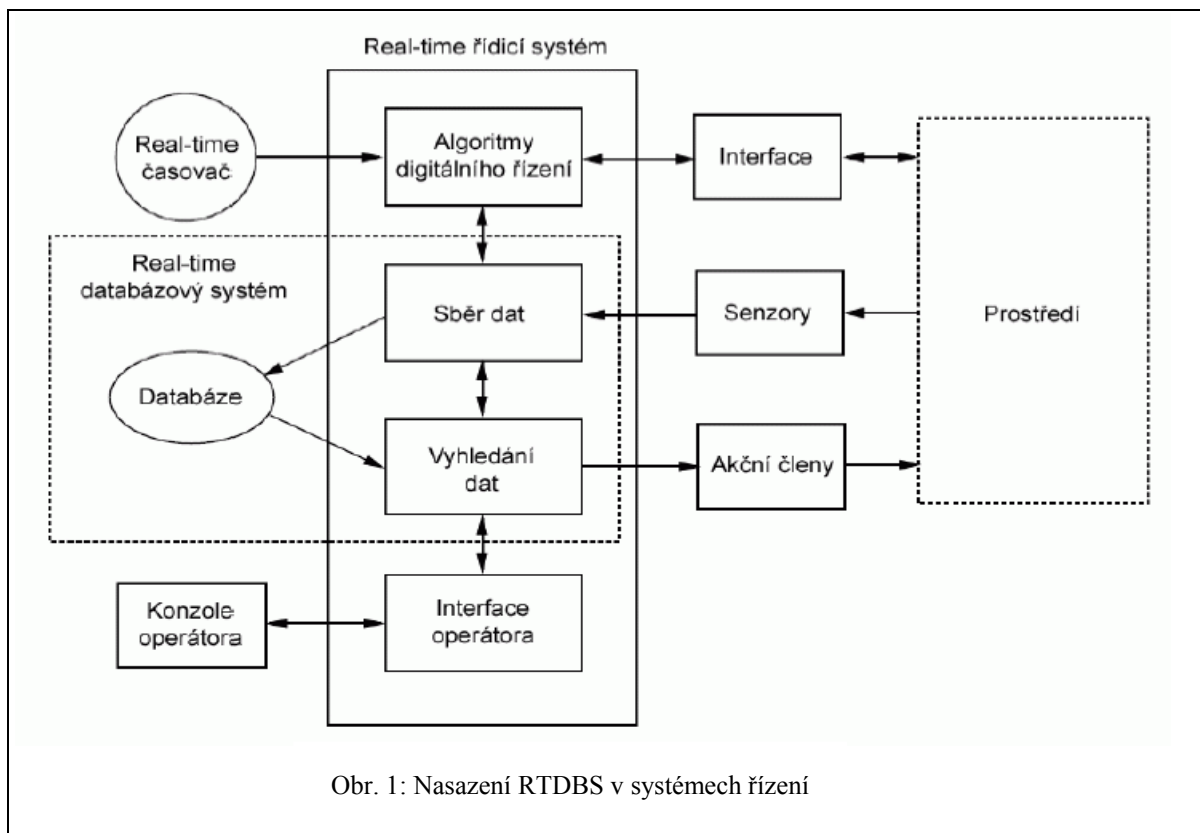
⇒ Při větším datovém zatížení tento způsob nevyhovuje. V aplikacích využívajících velké množství dat se musíme v neúnosné míře zabývat způsoby jak ukládat a následně rychle vyhledávat data. Práci s daty zajišťuje v ideálním případě databázový systém.

(b) Systémy řízení báze dat

- ⇒ Poskytují rozhraní pro práci s konkrétními daty, oddělují funkcionální část a samotná data.
- ⇒ Data jsou ukládána v určité podobě, kterou nemusí znát aplikace.
- ⇒ Minimalizují *redundanci* a zajišťují *konzistenci* dat.

2. MODEL Y A ARCHITEKTURY RTDBS

Řídicí systém využívající ke svému provozu databázový systém se skládá z komponent, které můžeme detailně vidět na následujícím obrázku:



Obr. 1: Nasazení RTDBS v systémech řízení

Schéma názorně zobrazuje rozdělení do funkčních bloků jejich vzájemnou interakci a také interakci s okolním prostředím. Explicitně vidíme oddělení bloků vstupu, výstupu, bloku implementující algoritmy pro zpracování a části představující real-time databázový systém. V následujících částech si jednotlivé části RTDBS představíme podrobněji.

2.1 Transakce

V operačních systémech reálného času za základní jednotku plánovatelnou pro přístup k CPU považujeme *task*. Pro oblast RTDBS je takovou jednotkou *transakce*, přičemž jde o skupinu požadavků okolních systémů na databázový systém. Hlavním smyslem pro využívání transakcí je zachování integrity při přechodu mezi stavy dynamického systému. Před začátkem vykonávání transakce databázový systém setrvává v konzistentním stavu, během zpracovávání transakce je databáze dočasně v nekonzistentním stavu, po skončení se

databázový systém opět dostává do konzistentního stavu. Základní vlastnosti transakcí tedy jsou:

Atomicita – Transakci považujeme v rámci databáze za jedinou operaci, která může být či nemusí úspěšně provedena.

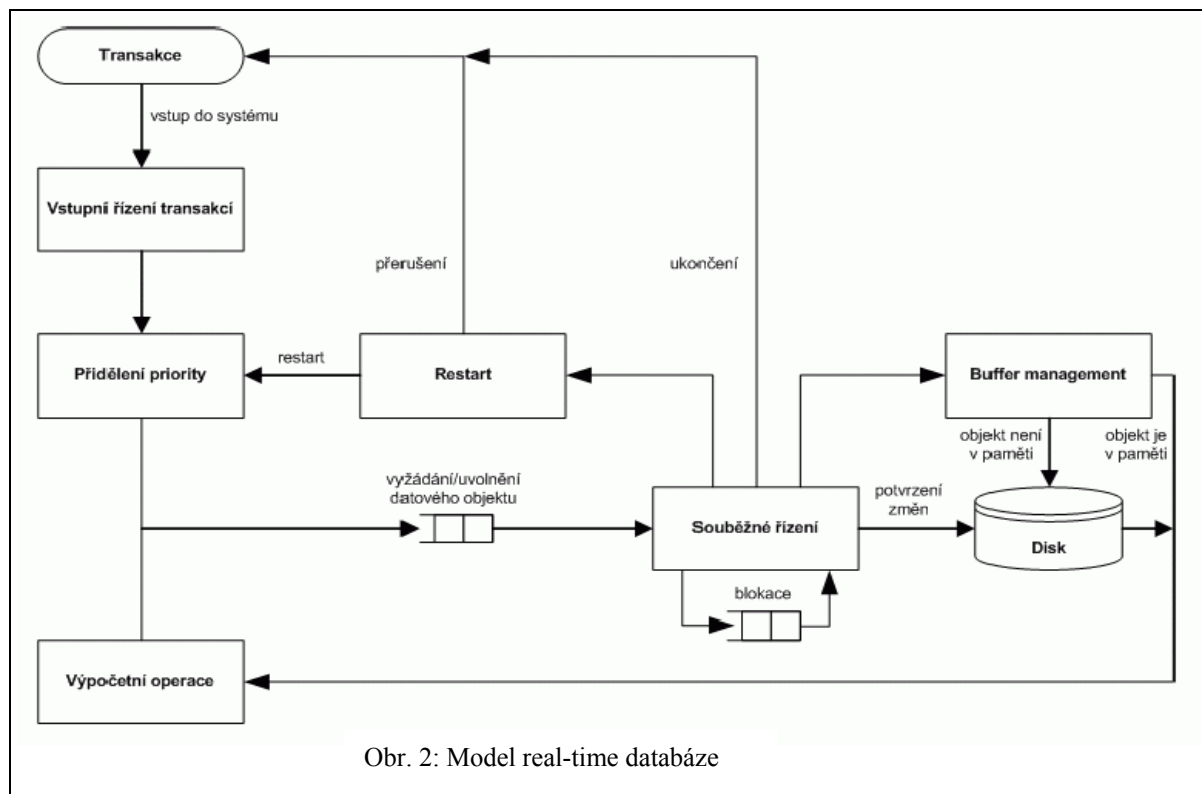
Konzistence – Po úspěšném dokončení transakce databázový systém je konzistentní. Přičemž během vykonávání transakce není.

Izolovanost – Každá transakce je izolována od ostatních operací transakcí probíhajících současně na databázovém systému.

Trvanlivost – Změny, které provedly operace po úspěšném dokončení zpracování transakce mají trvalý charakter.

2.2 Schéma RTDBS

Konkrétní model databázového systému vidíme na následujícím schématu. Upravený model z [3] je vhodnou ukázkou toho, jak probíhá transakční zpracování. Z tohoto modelu vycházíme a je použit jako východisko pro další zkoumání.



Obr. 2: Model real-time databáze

Transakce procházejí *vstupním mechanismem řízení*, který dohlíží na celkový počet souběžně zpracovávaných transakcí v systému. Každé transakci (i restartované) je přiřazena úroveň priority pro přístup k CPU, samotné přidělování priorit může být řízeno více algoritmy (EDD, EDF a jiné). Dalším krokem je synchronizace s ostatními probíhajícími transakcemi pomocí části zajišťující *souběžné řízení*. Po získání požadovaných dat a úspěšném provedení všech operací v rámci transakce se provádí potvrzení, neboli COMMIT. Dochází k uvolnění dat pro další zpracování.

2.3 Předvídatelnost

V systémech reálného času zjišťujeme a sledujeme, na rozdíl od průměrné doby v klasických systémech, maximální doby odezev aplikací. Snahou je předvídat nejhorší čas provedení úlohy, přičemž vykonání aplikace závisí samozřejmě na využívaných zdrojích. V RTDBS je těžké získat předem odhad pro zjištění časových odezev transakcí z následujících důvodů. Provedení transakce je závislé na datech, které jsou z databáze získávány. Nemůžeme předem předpovídat délku provedení transakce, protože se data dynamicky mění. Dalším problémem je například zajištění souběžného řízení transakcí, respektive zajištění transakcím časově stejný přístup ke zdrojům bez ohledu na množství probíhajících transakcí. Nezanedbatelným aspektem jsou *I/O operace*. Přestože existují databáze uchovávající data v operační paměti, tato paměť je závislá na napájení a data musí být nějakým způsobem replikována na jiné médium pro znovupoužití dat. Posledním aspektem je rozdíl provedení transakce nad malou nebo velmi rozsáhlou databází.

3. SPECIFIKA DATABÁZOVÝCH SYSTÉMŮ V REÁLNÉM ČASE

Z uvedených odlišností systémů reálného času vyplývá, že není triviální začlenění klasických databázových mechanismů pro zpracovávání transakcí v reálném čase. Snažíme se v maximální míře umožnit predikci délky provádění jednotlivých transakcí. Jednou z možností je omezení vstupně výstupních operací pomocí ukládání dat přímo do operační paměti.

3.4 Oblast paměťových databázových systémů

V časově kritických aplikacích s výhodou využíváme uložení dat přímo do operační paměti. S tímto způsobem ukládání dat jsou spojeny dvě hlavní výhody. První jsou krátké přístupové doby k pamětem, cca desítky ns. Druhou neméně významnou výhodou je využití T – stromů což jsou binární stromy (tak jak je známe z klasických DB systémů) s více elementy na jeden uzel. S paměťovými databázemi přicházejí také nevýhody. Nevýhodou je omezená velikost dat, kterou můžeme uložit do operační paměti. Tento problém je v dnešní době částečně řešitelný, protože koupit operační paměť v řádu GB není problém. Pořád však nemůžeme zajistit existenci rozsáhlých dat, které nebude možno uchovat přímo do operační paměti.

3.5 Identifikace transakcí v reálném čase, RT charakteristiky

Transakce, které do systému vstupují by měly být nějakým způsobem doprovázeny informacemi důležitými pro algoritmy přidělování priorit. Jedná se především o tyto RT charakteristiky: kritický termín zpracování, kritičnost, množství činnosti, stáří transakce. Tyto charakteristiky mohou být rozšířením dotazovacího jazyka databázového systému.

LITERATURA

- [1] SROVNAL V. Operační Systémy pro řízení v Reálném čase. 1. vyd. Ostrava, 2003, str.125-209. ISBN 80-248-0503-0
- [2] ABBOTT R., GARCIA-MOLINA H. Scheduling Real-time Transactions: A Performance Evaluation, Proc. of conf. on Very Large Data Bases (VLDB). 1988.
- [3] KRÓL V. Základní principy real-time databází. Autos 2001, sborník přednášek, 26.4.-27.4.2001, Praha. ISSN 1212-5709
- [4] KRÓL V. Principy databází reálného času. Automa 12/2001. ISSN 1212-5709
- [5] ALDARMI S.A. Real-Time Systems. McGrawHill, New York, 1997
- [6] ERIKSON J. Real-time and Active Database Systems: Concept and Design. The University of York. 1998.

[7] HUANG J. Real-Time Transaction Processing: Design Implementation, and Performance Evaluation. PhD thesis. University of Massachusetts.