

PDV 11 2018/2019

Konsensus

Michal Jakob

michal.jakob@fel.cvut.cz

Centrum umělé inteligence, katedra počítačů, FEL ČVUT



Problém konsensu

N procesů

Každý proces P má

- vstupní proměnou x_P (výchozí návrh): zpočátku buď 0 nebo 1
- výstupní proměnou y_P : může být změněna pouze jednou

Problém konsensu: navrhnout takový protokol, že buď:

- všechny procesy nastaví svou výstupní proměnou na 0
- všechny procesy nastaví svou výstupní proměnou na 1

Cílem je **shodnout na hodnotě** výstupní proměnné.

- Procesy nemohou mít hodnotu výstupní proměnné pevně předprogramovanou – výstupní proměnné musí záviset na vstupních proměnných

Algoritmus Paxos

Nejstarší a nejznámější algoritmus pro distribuovaný konsensus (Leslie Lamport)

Pracuje v kolech; každé kolo má unikátní číslo volebních zpráv

Kola jsou asynchronní

- Je-li proces v kole j a dorazí-li mu zpráva z kola $j + 1$: přeruší činnost v rámci kola j a posuň se do kola $j + 1$
- využívá časová time-outy (může být pesimistický)

Každé kolo rozděleno do třech fází (které jsou taky asynchronní)

1. Fáze ELECTION: Je zvolen lídr
2. Fáze BILL: zvolený lídr navrhne hodnotu, ostatní procesy potvrzují
3. Fáze LAW: Lídr rozešle všem ostatním procesům finální (potvrzenou) hodnotu

Proč je konsensus důležitý?

Mnoho problémů v DS je **ekvivalentních** konsensu

- perfektní detekce selhání
- volba lídra
- vyloučení procesů
- spolehlivý nebo totálně uspořádaný multicast
- ...

Vyřešení konsensu by tedy bylo velmi užitečné.

Řešitelnost konsensu

V **synchronním** DS je konsensus řešitelný.

- můžeme využívat time-outů k rozlišení mezi selháním a zpožděním

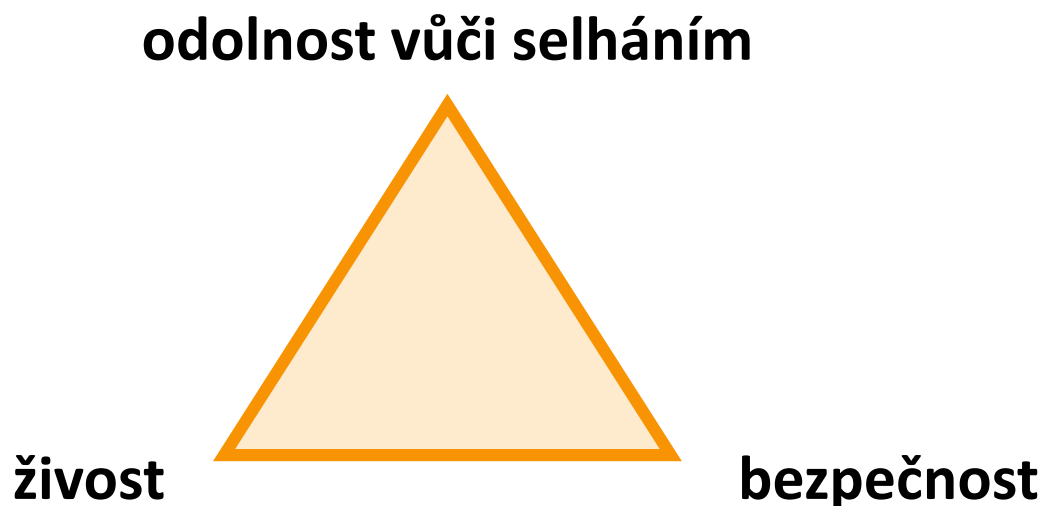
V **asynchroních** DS **není** konsensus řešitelný.

- pro jakýkoliv algoritmus existuje nejhorší možný průběh (se selháními procesů nebo kanálů), který zabrání dosažení konsensu
- vyplývá v tzv. **FLP teorému**

FLP teorém

FLP teorém

V asynchronním distribuovaném systému **nelze dosáhnout současně bezpečnosti a živosti** distribuovaného výpočtu, pokud v něm může docházet k selháním (byť i jediného procesu).



Řešitelnost konsensu

Ale: V praxi vždy vyžadujeme bezpečnost a díky částečné synchronicitě ve velkém množství běhů DS konsensu dosáhneme v **konečném čase (tzv. *konečná živost*)**.

- existují i pravděpodobnostní algoritmy mající **konečnou středního** hodnotu běhu

Souhrn

Problém konsensu je v jádru mnoha problémů v DS.

V asynchronním DS **nelze** při přítomnosti selhání **konsensus vyřešit** ve smyslu bezpečnosti a živosti.

Praktická řešení většinou garantují **bezpečnost**.