

1 Rozbor a analýza výpočtu úrovně vrcholu

Účelem algoritmu je určit počet hran na cestě od vrcholu do kořene stromu. Tento počet lze určit rozdílem v počtu zpětných a dopředných hran na zbytku Eulerovy cesty od vrcholu do uzlu.

Tento algoritmus pracuje tedy s binárním stromem, kde mezi rodičovským uzlem a potomkem existují právě 2 hrany – dopředná a zpětná. Každá z těchto hran je v algoritmu reprezentována jedním procesem. Každý z těchto procesů si určí předchůdce i následníka a tím se vytvoří Eulerova cesta. Dále si procesy nastaví výchozí hodnotu váhy na základě toho, zda je proces dopřednou či zpětnou hranou. Následuje algoritmus součtu suffixů pro učení výsledné váhy hrany a následná oprava výsledku pro určení vzdálenosti uzlu od kořene.

1.1 Složitost a cena algoritmu

Každý z procesů si dokáže v konstantním čase určit svého předchůdce, následníka i svou počáteční váhu. Algoritmus součtu suffixů má složitost $\mathcal{O}(\log_2 p)$, kde p je počet procesů. Oprava výsledku je provedena opět v konstantním čase.

Celková časová složitost algoritmu je tedy $\mathcal{O}(\log_2 p)$. Počet potřebných procesů k dosažení této časové složitosti je $(n - 1) * 2$. Výsledná cena algoritmu potom bude $\mathcal{O}(n \times \log_2 n)$. Vzhledem k časové složitosti sekvenční implementace algoritmu se jedná o optimální cenu.

2 Implementace

Aplikace `vuv` pracuje se stromem zadaným sekvencí znaků jako první parametr aplikace. Tyto znaky mohou být libovolné a mohou se libovolně opakovat. Na výstupu aplikace je jejich pořadí zachováno.

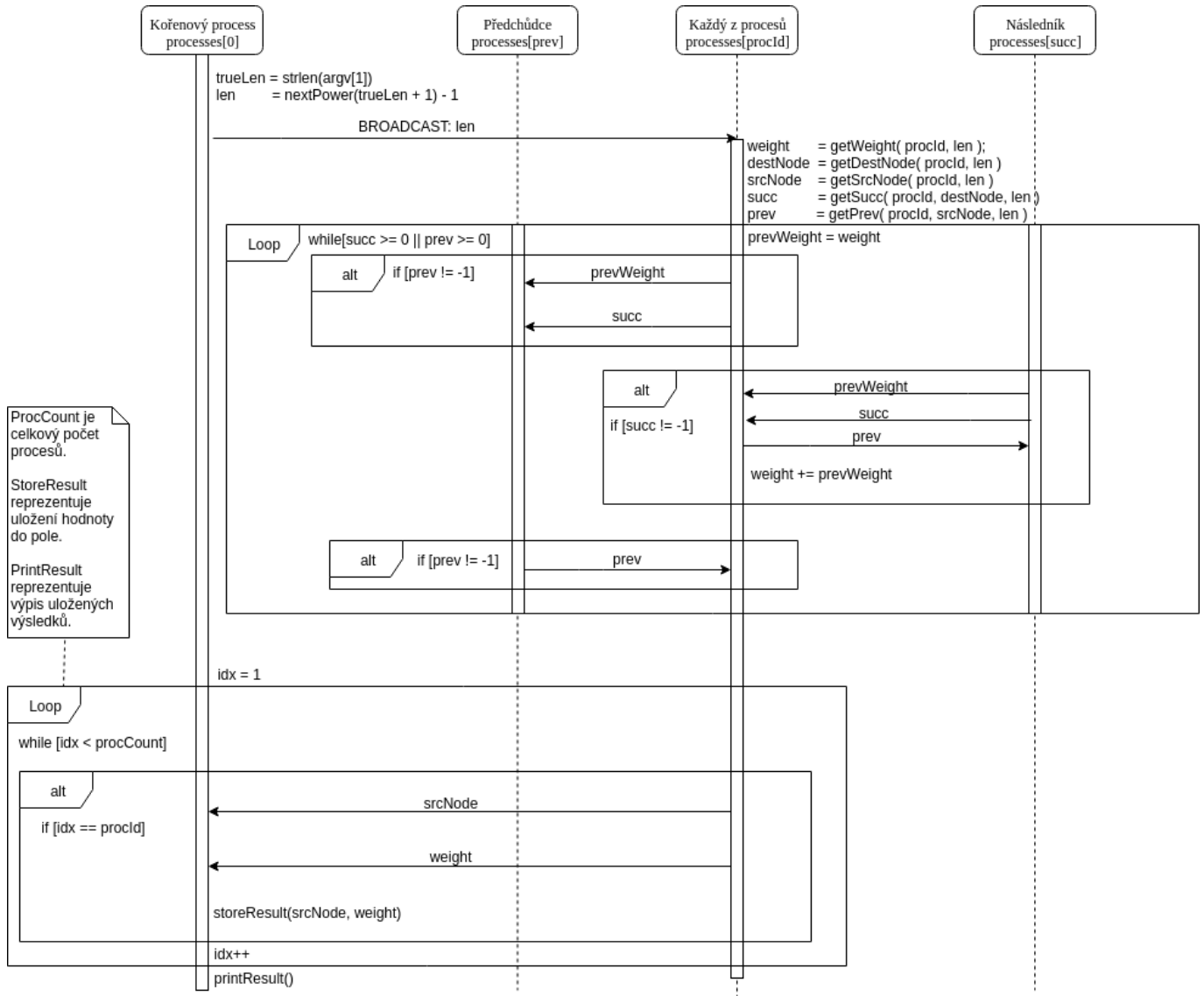
Samotná aplikace `vuv` tedy přijímá 1 argument reprezentující strom a lze ji spustit například pomocí následujícího příkazu:

```
mpirun --prefix /usr/local/share/OpenMPI -np PROCESS_COUNT vuv SEQUENCE
```

Při spuštění aplikace je nutné zadat správný počet procesů, jinak aplikace končí s návratovou hodnotou 2. Počet procesů je určen vzorcem $(n - 1) * 2$, kde n je nejbližší druhá mocnina délky vstupní sekvence. Důvodem této úpravy algoritmu je skutečnost, že implementace aplikace vyžaduje pro správnou funkcionality vyvážený binární strom. Ve chvíli, kdy je takto navýšen počet procesů, se i uměle navýší délka stromu. Informaci o navýšení délky stromu nese pouze kořenový proces, který následně přidáné uzly ignoruje během výpisu výsledných vzdáleností uzlů od kořenu.

3 Komunikace

Komunikaci začíná kořenový proces odesláním velikosti stromu všem procesům. Na základě této velikosti stromu a ID procesu si každý proces určí zdrojový a cílový uzel (proces je orientovanou hranou mezi těmito uzly). Následně si na základě těchto uzlů, svého ID a délky stromu určí i následníka a předchůdce. Následuje algoritmus součtu suffixů, kde proces v iteracích odesílá svým sousedům svou váhu, následníka a předchůdce a zároveň tyto hodnoty přijímá a aktualizuje si své sousedy a svou aktuální váhu. Poté, co proces nemá žádné sousedy, odešle index zdrojového uzlu a svou váhu (jedná se již o upravenou váhu) procesu s ID 0.



Obrázek 1: Komunikace mezi procesy

4 Závěr

Protože si každý proces dovede určit svou výchozí váhu, předchůdce, následníka, počáteční a cílový uzel konstantní složitostí, a protože implementace algoritmu sumy suffixů má složitost $\mathcal{O}(\log_2 n)$, odpovídá výsledná časová složitost aplikace výsledkům analýzy v úvodu. Následná oprava výsledku má též konstantní časovou složitost a na výslednou třídu složitosti algoritmu tedy nemá žádný vliv.