

# Распределённые алгоритмы

mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы → Распределённые алгоритмы

## Блок 39

Алгоритм Чанди — Лэмпорта

Лектор:

**Подымов Владислав Васильевич**

E-mail:

**valdus@yandex.ru**

**Алгоритм Чанди-Лэмпорта** — это алгоритм сохранения снимка сети, предназначенный для произвольной ориентированной сильно связной топологии с допущением о сохранении очерёдности сообщений в каналах, устроенный так:

- ▶ В сети выделено произвольное непустое множество **инициаторов** (остальные узлы — **последователи**)
- ▶ Для согласованного сохранения состояний узлы обмениваются контрольными фишками
- ▶ Инициаторы сохраняют свои состояния сразу, последователи — после приёма фишек
- ▶ После сохранения своего состояния узел рассылает контрольные фишки всем доступным соседям

$in_p$  и  $out_p$  — так будем обозначать множества всех соседей, из которых каналы входят в  $p$  и в которых каналы исходят из  $p$  соответственно

Эти два множества входят в начальные знания узла

Контрольная переменная узла  $p$ :  $snapped_p : bool = \text{ff}$

Контрольная процедура  $Snap_p$  сохранения состояния с рассылкой фишек узлом  $p$ :

1.  $snap$
2.  $snapped_p := \text{tt}$ ;
3. Для всех  $q \in \text{out}_p$ :  $\text{send}_q(\mathbf{tok})$

Контрольная процедура  $Recv_p$  приёма фишки узлом  $p$ :

1.  $\text{receive}_q(\mathbf{tok})$  для произвольного  $q \in \text{in}_p$
2. Если не  $snapped_p$ :  $Snap_p$

Устройство контрольной части последователя  $p$ :

1. При каждом появлении контрольной фишки для приёма:  $Recv_p$

Контрольный код инициатора  $p$ :

1.  $Snap_p$
2. При каждом появлении контрольной фишки для приёма:  $Recv_p$

**Лемма (Д.з. 1).** Для любого базового алгоритма с контрольным алгоритмом Чанди-Лэмпорта в любом вычислении каждый узел рано или поздно выполнит `snap`, причём ровно один раз

## Теорема (о корректности алгоритма Чанди-Лэмпорта). Алгоритм Чанди-Лэмпорта — это алгоритм сохранения снимка

### Доказательство.

По **последней лемме**, алгоритмом вычисляется некоторый снимок  $\gamma$

По **теореме о снимках и сечениях**, достаточно показать, что этот снимок коммуникационно осуществим

По **определению осуществимости**, достаточно показать, что если отправка  $m$  в некоторый канал  $p \rightarrow q$  следует за  $\gamma$  (то есть  $m \notin \text{sent}_{p \rightarrow q}^\gamma$ ), то и приём  $m$  следует за  $\gamma$  (то есть  $m \notin \text{recv}_{p \rightarrow q}^\gamma$ )

Раз отправка  $m$  следует за  $\gamma$ , то перед отправкой  $m$  узел  $p$  выполнил snar, и после выполнения snar (до отправки  $m$ ) отправил контрольные фишки всем выходным соседям

Согласно **очерёдности доставки сообщений в каналах**,  $q$  принял контрольную фишку раньше приёма  $m$

Значит,  $q$  выполнил snar раньше приёма  $m$  — то есть приём  $m$  действительно следует за  $\gamma$  ▼

**Д.з. 2.** Каковы коммуникационная сложность и сложность по времени алгоритма Чанди-Лэмпорта (без учёта сложности базового алгоритма) относительно числа узлов  $n$  и числа каналов  $m$ ?

**Д.з. 3.** Останется ли алгоритм Чанди-Лэмпорта корректным, если разрешить ...

- а) ... потерю сообщений (контрольных и базовых)?
- б) ... дублирование сообщений?
- в) ... произвольное изменение порядка сообщений в канале?