

Распределенные алгоритмы и системы

mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы → Распределенные алгоритмы и системы

Блок 35

Сохранение снимка сети:
алгоритм Чанди-Лэмпорта

Лектор:
Подымов Владислав Васильевич
E-mail:
valdus@yandex.ru

Допущения и основная идея алгоритма

Алгоритм Чанди-Лэмпорта предназначен для

- ▶ топологии сети, задающейся произвольным ориентированным сильно связным графом $\Gamma = (V, E)$,
- ▶ каналов, поддерживающих очерёдность сообщений и гарантированно доставляющих сообщение за конечное время и
- ▶ децентрализованного запуска (произвольного непустого множества инициаторов)

Основная идея алгоритма:

- ▶ Узлы сообщают друг другу о сохранении своих состояний при помощи пересылки контрольных фишек
- ▶ Получая контрольную фишку, узел сохраняет своё состояние, если ещё этого не сделал
- ▶ Сохранив своё состояние, узел отправляет ровно по одной контрольной фишке в каждый выходной канал

Код алгоритма

Переменная узла p : $snapped_p : bool = \text{f}$

Процедура $Snap_p$ сохранения состояния с пересылкой фишки узлом p :

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

Процедура Rec_p приёма контрольной фишки узлом p :

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

Код последователя p :

1. При появлении контрольной фишки для приёма: Rec_p
(А пока фишки нет, не вмешиваться в выполнение базового алгоритма)

Код инициатора p :

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

Свойства алгоритма

Лемма (Задача 1). Если хотя бы один инициатор p выполнил $Snap_p$, то рано или поздно каждый узел выполнит $snap$, причём ровно один раз

Свойства алгоритма

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

Доказательство.

По **последней лемме**, алгоритмом вычисляется некоторый снимок γ

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

По **определению осуществимости**, достаточно показать, что если отправка m (в соответствующий канал $p \rightarrow q$ следует за γ (то есть $m \notin sent_{p \rightarrow q}^\gamma$), то и приём m следует за γ (то есть $m \notin recv_{p \rightarrow q}^\gamma$)

Раз отправка m следует за γ , то перед отправкой m узел p выполнил $snap$, и после первого выполнения $snap$ отправил контрольные фишки всем выходным соседям

Согласно **очерёдности сообщений в каналах**, q получил контрольную фишку раньше приёма m

Значит, q выполнил $snap$ раньше приёма m — то есть приём m действительно следует за γ ▼

Свойства алгоритма

Задача 2. Какова коммуникационная сложность алгоритма Чанди-Лэмпорта?

Задача 3. Останется ли алгоритм Чанди-Лэмпорта корректным, если разрешить (а) потерю сообщений (контрольных и базовых), (б) дублирование сообщений и (в) произвольное изменение порядка сообщений в канале?