

Распределённые алгоритмы

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

Блок 32

Задача избрания лидера:
основные определения и допущения,
избрание лидера INF-алгоритмом

Лектор:

Подымов Владислав Васильевич

E-mail:

valdus@yandex.ru

Задача избрания лидера в распределённой системе состоит в том, чтобы перевести систему

- ▶ из конфигурации, в которой все узлы находятся в одинаковых состояниях
- ▶ в заключительную конфигурацию, в которой ровно один узел особо выделен как **лидер**

Необходимость в решении этой задачи возникает во всех тех случаях, когда требуется среди множества неразличимых узлов особо выделить один:

- ▶ инициатор волны
- ▶ место сбора данных
- ▶ место принятия решения
- ▶ центр координации
- ▶ ...

Алгоритм избрания лидера (АИЛ) — это распределённый алгоритм, обладающий следующими свойствами:

1. **Однородность**: системы переходов всех узлов одинаковы
2. **Завершаемость**: все вычисления алгоритма конечны
3. **Успешность выборов**: в любой заключительной конфигурации
 - ▶ ровно один узел **избран**: является и считает себя лидером — и
 - ▶ остальные узлы **проиграли**: считают себя не лидерами

Будем считать, что

- ▶ избрание и проигрыш узла — это выполнение им специальных команд **elected** и **lost** соответственно,
- ▶ в каждом узле содержится специальная переменная **leader** с начальным значением \perp и
- ▶ избрание и проигрыш устанавливают в эту переменную значения \top и f соответственно

То есть в заключительной конфигурации вычисления АИЛ переменная **leader** каждого узла имеет булево значение, и ровно в одном узле это значение \top

АИЛ с такими ограничениями, как правило, невозможен

Чтобы в этом убедиться, достаточно рассмотреть систему из двух узлов с соединяющим их двусторонним (неориентированным) надёжным каналом

Согласно **однородности**, есть вычисление АИЛ в этой системе, в котором узлами выполняются одинаковые последовательности действий

Согласно **завершаемости**, это вычисление конечно

Согласно одинаковости выполняющихся действий узлов, в заключительной конфигурации либо оба узла избраны, либо оба узла проиграли — а это противоречит **успешности выборов**

Поэтому в АИЛ принято ослаблять требование однородности, внося в узлы (достаточно малые и естественные) различия в начальных знаниях

В ослабленном требовании однородности (**однородность***) будем допускать следующие различия узлов:

1. Узлам сопоставлены уникальные **идентификаторы**

- ▶ Идентификаторы разрешено сравнивать отношениями $=$, $<$ и т.п. как элементы **линейно упорядоченного множества**, и больше про их природу ничего не известно
- ▶ Каждый узел знает свой идентификатор и больше ничего не знает про идентификаторы

2. Каждому узлу присвоена одна из двух **ролей**: **инициатор** или **последователь**

- ▶ Этими ролями задаются те же ограничения, что и для **волновых алгоритмов**
- ▶ Каждый узел знает свою роль и больше ничего не знает про роли
- ▶ Алгоритм предназначается для любого непустого множества инициаторов

Иногда будем уточнять способ избрания лидера *типовым способом* (**избрание наименьшего**): лидером избирается узел, имеющий **наименьший** идентификатор

Свойство успешности выборов с избранием наименьшего будем обозначать как **успешность выборов***

Однородность* будет использоваться всегда, а при использовании успешности выборов* соответствующие задача и алгоритм будут называться **задачей избрания лидера*** и **алгоритмом избрания лидера***

Иногда встречаются и другие уточнения — например:

- ▶ Нет последователей, то есть все узлы — инициаторы
 - ▶ Будем это уточнение отмечать припиской «**без последователей**»
- ▶ Лидер избирается не среди всех, а среди выделенного множества (остальные узлы участвуют в алгоритме, но обязательно проигрывают, и их идентификаторы не учитываются)

Например, только среди инициаторов

- ▶ Будем это уточнение отмечать припиской «**среди инициаторов**»

Решение задачи избрания лидера* можно основать на INF-алгоритме:

1. В каждом узле p вычисляется точная нижняя грань inf идентификаторов всех узлов
2. Вычисленное значение inf сравнивается с идентификатором p , и в зависимости от результата сравнения узел p избирается или проигрывает

Д.з. 1. Предложить псевдокод АИЛ, основанного на заданном INF-алгоритме \mathcal{A} , допускающем произвольный выбор узла p , в котором вычисляется точная нижняя грань. Доказать, считая известными свойства INF-алгоритмов, что этот АИЛ является волновым, если принятием решения является избрание. Оценить коммуникационную сложность этого алгоритма на основании сложности INF-алгоритма относительно числа узлов