

Logical Clocks & Election

Michael Strommer



Agenda

Logical Clocks

Kausalität

Lamport Uhr

Vector Uhr

Vergleich Lamport vs. Vector

Election

Ring Aufbau

LeLann-Chang-Roberts Algorithmus

Logical Clocks

Physische Uhren können nicht perfekt synchronisiert werden → deshalb ungeeignet für die Bestimmung einer Reihenfolge in einem verteilten System

Zu diesem Zweck werden logische Uhren eingesetzt, welche die Kausalität bewahren und es erlauben, mit Zeitstempeln die Kausalordnung von Ereignissen zu bestimmen

Logische Zeitstempel werden an alle Events in einem verteilten System angehängt, um damit die kausale Beziehung zwischen den Events abzubilden

Logical Clocks - Kausalität

Nachträgliche Aussage darüber, welche Ereignisse zu welchen anderen Ereignissen geführt haben

Vor allem bei mehreren Sendern & Empfängern wichtig, damit Anweisungen in der richtigen Reihenfolge ausgeführt werden (z.B. wenn sich Nachrichten im Netzwerk überholen oder verloren gehen)

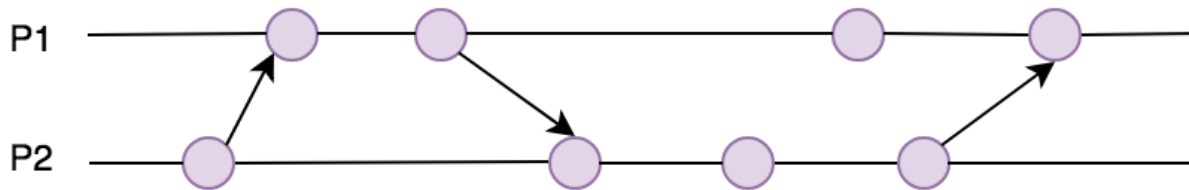
Fokus wird nur auf die Kausalordnung (Reihenfolge) der Events gelegt und nicht auf die exakte, physische Zeit eines Events

Logical Clocks - Kausalität

Happened-before Relation

Keine Referenz zur globalen Zeit

Welche Events fanden vor bzw. nach einem bestimmten Event statt?



Logical Clocks - Lamport Uhr

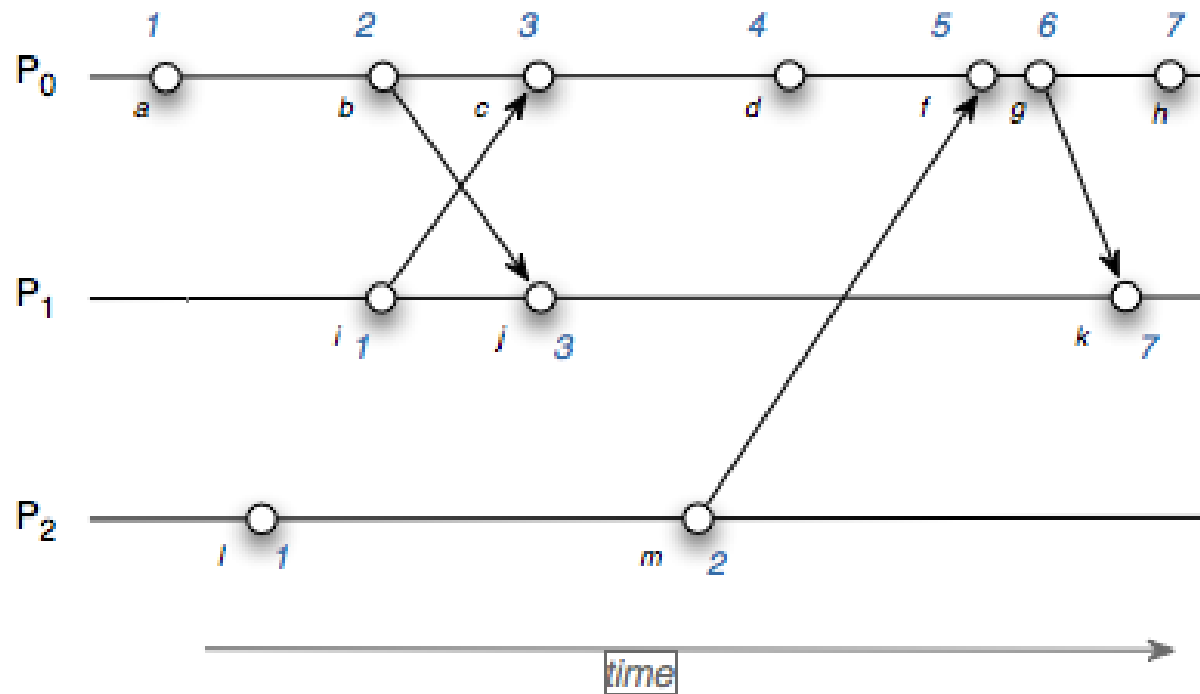
Weist jedem Event einen **Lamport Zeitstempel** zu

Jeder Teilnehmer führt einen **lokalen Zähler**, welcher **bei 0** beginnt

Dieser Zähler wird mit jedem ausgeführten Event **um 1** erhöht

Jede Nachricht die ein Teilnehmer im verteilten System versendet enthält den aktuellen **Lamport Zeitstempel**

Logical Clocks - Lamport Uhr



Logical Clocks - Vector Uhr

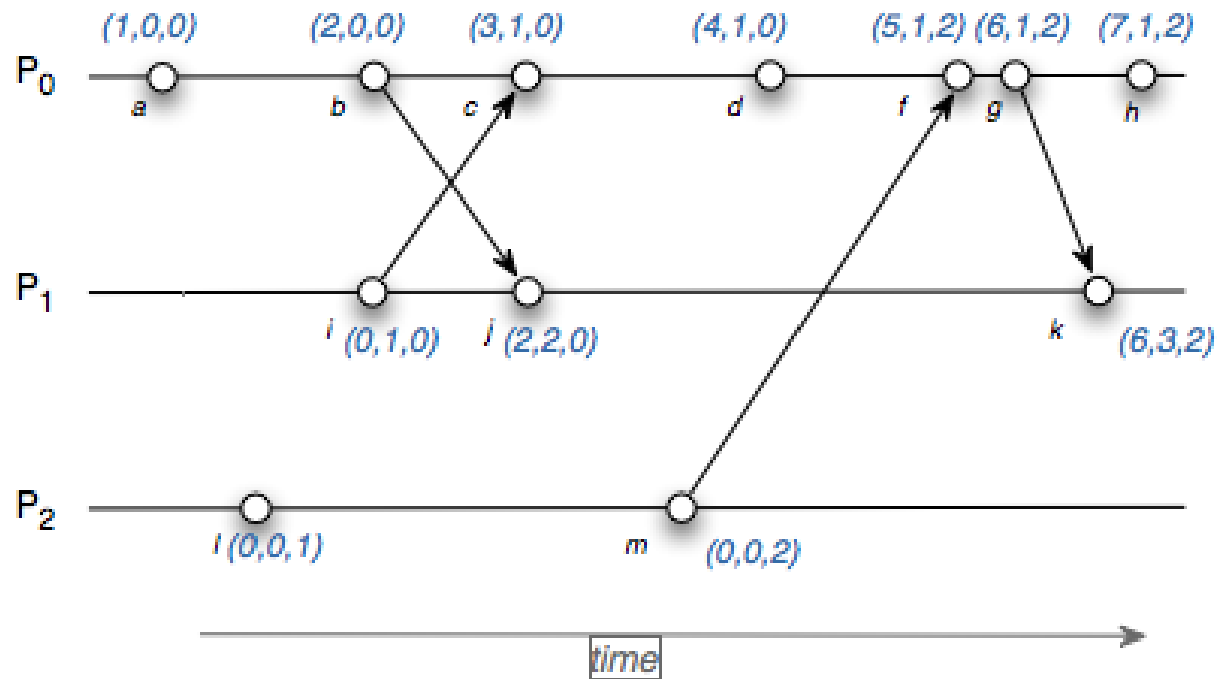
Weist jedem Event einen **Vector Zeitstempel** zu

Jeder Teilnehmer führt einen **eigenen Zähler** im Vector, welcher **bei 0** beginnt

Dieser Zähler wird mit jedem ausgeführten Event **um 1** erhöht

Jede Nachricht die ein Teilnehmer im verteilten System versendet enthält den gesamten Vector **Zeitstempel**

Logical Clocks - Vector Uhr



Logical Clocks - Vergleich Lamport vs. Vector

Lamport Zeitstempel erzwingen eine explizite Reigenfolge

Obwohl sie datenmäßig kompakter sind, sagen sie nichts darüber aus, ob zwei Events nebenläufig sind

Vektor Zeitstempel basieren auf dem Lamport Zeitstempel

Sie können unterscheiden, ob zwei Events nebenläufig sind oder eines kausal von dem anderen abhängig ist

Election

Motivation

Einen einzigen Teilnehmer in einem verteilten System als Leader auswählen. Er übernimmt die Koordination über die anderen Teilnehmer

Warum?

Um Ressourcen zu sparen und Fault-Tolerance zu gewährleisten

Wie?

Mit einem Voting Algorithmus, der zuverlässig einen Leader unter den Teilnehmern auswählt, welcher von allen anerkannt wird

Election

Vorteile

- Effizienter
- Einfachere Koordination der Aufgaben
- Simpleres System Design, da alles über den Leader läuft

Nachteile

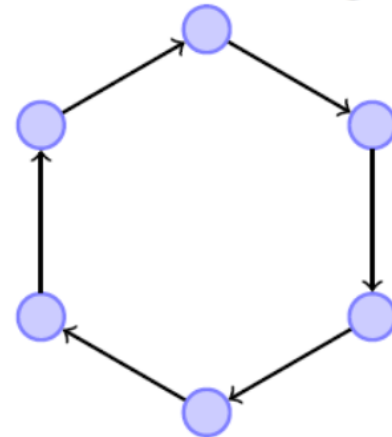
- Leader kann zum Bottleneck werden
- Kritisch falls der Leader abstürzt bzw. nicht mehr erreichbar ist

Election - Ring Aufbau

Die Teilnehmer bilden einen Ring und kommunizieren mit ihrem jeweils nächsten Nachbarn. Die Anordnung der Teilnehmer im Ring muss jedem Teilnehmer bekannt sein.

Unidirektional → Nur im Uhrzeigersinn

Bidirektional → In beide Richtungen



Election - Ring Aufbau

Ein Ring funktioniert nur, wenn jeder Teilnehmer einen einzigartigen Identifier besitzt

Jeder Teilnehmer muss nur seinen eigenen Identifier kennen

Identifier müssen sortierbar sein

Die Größe des Rings spielt für die Teilnehmer keine Rolle

Election - LeLann-Chang-Roberts Algorithmus

Ein **Teilnehmer** starten den Algorithmus

Anfangs sind alle Teilnehmer als „**Nicht Leader**“ markiert

Election Nachricht wird vom ersten Teilnehmer im Ring versendet und beinhaltet den eigenen Identifier

Jeder Teilnehmer erhält die **Election Nachricht** im Ring und prüft ob der **erhaltene Identifier** größer, kleiner oder gleich zu seinem eigenen Identifier ist

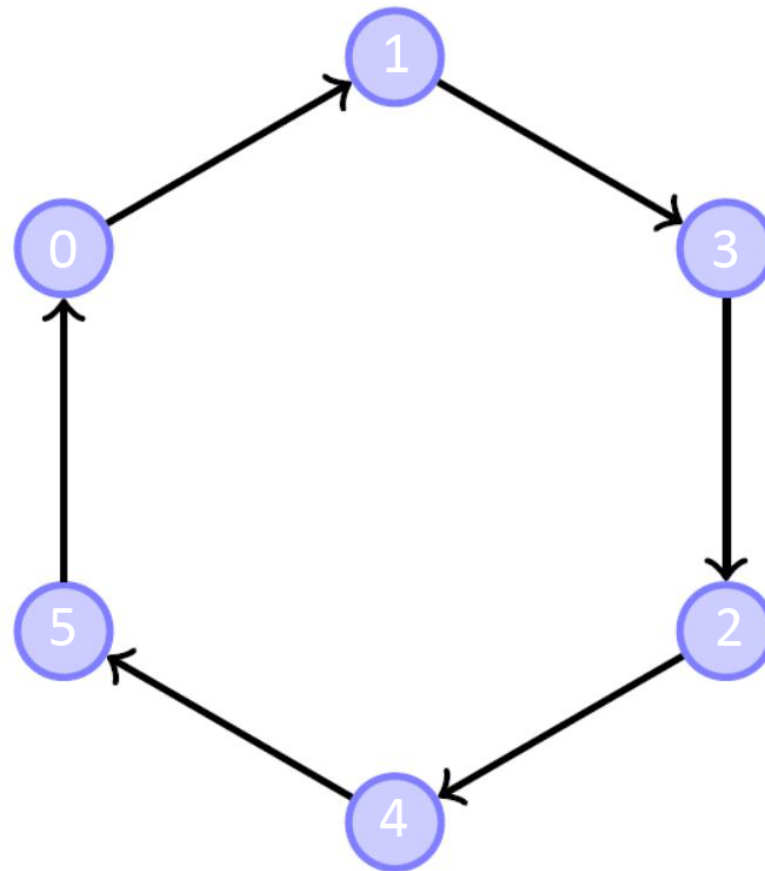
Election - LeLann-Chang-Roberts Algorithmus

Größer → Sendet die Election Nachricht unverändert weiter, da es einen anderen Teilnehmer mit einem größeren Identifier gibt

Kleiner → Tauscht den kleineren, erhaltenen Identifier mit dem größeren, eigenen Identifier aus und sendet die Election Nachricht weiter

Gleich → Tritt nur ein, wenn die Election Nachricht einmal unverändert durch den Ring ging. Das bedeutend es gab keinen höheren Identifier als der eigene. Damit ist der Teilnehmer der diesen Fall auslöst der neue Leader. Er teilt dies allen anderen Teilnehmern mit und beendet die Election

Election - LeLann-Chang-Roberts Algorithmus



Quellen

Inhalt:

https://de.wikipedia.org/wiki/Logische_Uhr

<https://de.wikipedia.org/wiki/Kausalit%C3%A4t#Informatik>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lamport-Uhr>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Vektoruhr>

https://de.wikipedia.org/wiki/Nachrichtenausl%C3%B6schung_nach_Chang_und_Roberts

Bilder:

https://miro.medium.com/max/1860/1*Wcu7QVux_jerp6bSkIVUIA.png

<https://www.cs.rutgers.edu/~pxk/rutgers/notes/clocks/images/clocks-lamport.png>

<https://www.cs.rutgers.edu/~pxk/rutgers/notes/clocks/images/clocks-vector.png>