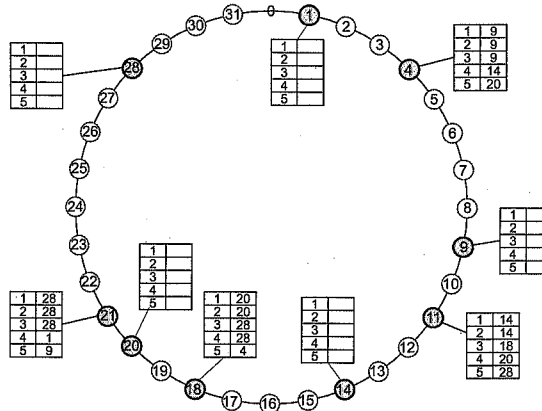


ZORG ERVOOR DAT JE HANDSCHRIFT LEESBAAR IS

- 1a Leg uit wat Lamports *happened-before* relatie is en geef een gedistribueerde implementatie van de bijbehorende logische klokken. 5pt
- 1b Geef een voorbeeld hoe Lamports logische klokken gebruikt kunnen worden om gedistribueerde *mutual exclusion* te realiseren. 5pt
- 1c Laat door een voorbeeld zien dat Lamports klokken in het algemeen geen causale relatie representeren. 5pt
- 2a Leg uit hoe TCP-handoff werkt. 5pt
- 2b Schets een oplossing van een efficiënt, *content-aware TCP-handoff*. 5pt
- 2c Hoe zou je TCP-handoff realiseren als de servers in verschillende *autonomous systems* geplaatst waren? 5pt

3



- 3a Vul in the ontbrekende *finger tables* voor knopen 1, 9, 14, 20, 28. 5pt
- 3b Laat zien hoe de volgende sleutels opgezocht worden voor het gegeven Chord-gebaseerde P2P systeem: 5pt

source	key
1	12
9	3
14	20
14	31
20	18

- 3c Leg uit hoe knoop 7 in het Chord netwerk komt, aannemende dat het alleen knoop 21 kent. 5pt
- 4a Leg uit hoe een *content-aware* Web cache werkt door de verwerking van een database query. 5pt
- 4b Web-hosting diensten zoals Akamai verwijzen clients naar een optimale replica server via DNS. Leg uit door middel van een voorbeeld hoe zo'n verwijzing verloopt. 5pt
- 4c Geef details over hoe Web clients verwezen kunnen worden naar een replica server in het geval van een *flash crowd*. 5pt

- 5 Beschouw een realisatie van numeriek begrensde continue consistentie. Neem aan dat elke schrijfoperatie $W(x) > 0$. Laat $origin(W)$ de server S_i aangeven waar een schrijfoperatie voor het eerst naar gestuurd was, en $log(S_i)$ de log van server S_i . We nemen aan dat er N servers zijn. Voor data item x , is $TW[i, j]$ gedefinieerd als

$$TW[i, j] = \sum \{W(x) | origin(W) = S_j \& W \in log(S_i)\}$$

- 5a Geef een uitdrukking voor de waarde $v(x)$ van data item x , aannemende dat de initiële waarde 0 was. 5pt
- 5b Geef een uitdrukking voor de waarde $v_i(x)$ van x bij server S_i . 5pt
- 5c Om numeriek begrensd te zijn, eisen we dat $|v(x) - v_i(x)| < \delta$. Wat kan een server doen om te garanderen dat aan deze voorwaarde voldaan wordt? 5pt
- 6a Beschouw een verzameling van N replica servers. Laat door middel van een tegenvoorbeeld zien, dat voor quorum-gebaseerde replicatie, het aantal geupdate servers groter of gelijk moet zijn aan $\lfloor N/2 + 1 \rfloor$. 5pt
- 6b Als we uitgaan van *crash/performance* faal-semantiek, hoe groot moet dan de verzameling geupdate servers zijn bij quorum-gebaseerde replicatie, om het falen van k servers te overleven? 5pt
- 6c Beschouw de voorgaande vraag. Hoe groot moet de verzameling leesservers zijn? 5pt

Cijferbepaling: Het cijfer wordt bepaald door de punten die per onderdeel behaald zijn, bij elkaar op te tellen (totaal maximaal 90 punten), en vervolgens daar 10 extra punten bij te tellen. Er zijn dus totaal 100 punten te behalen.