

Handreiking lessenserie MAC-protocollen

Algemeen

Lees voor de uitleg per les eerst de bijbehorende presentatie door.

Les 1

Voorbereiding

Voor het berichtenspel moeten alle papiertjes uitgeprint en in stukken geknipt worden zodat ze uitgedeeld kunnen worden. Ter voorbereiding kan het handig zijn het kopje [Score berekening](#)

De berekening van de score wordt niet expliciet uitgelegd. Alleen wat de efficiëntie en eerlijkheid betekenen wordt genoemd. Hieronder worden de berekeningen wel uitgelegd. Hoeveel je hiervan met de leerlingen deelt kun je zelf bepalen

Efficiëntie

De efficiëntie wordt berekend als volgt:

$$\frac{\text{Aantal tijdslots succesvol verstuurd met data}}{\text{Aantal tijdslots met data}} * 100$$

Oftewel een percentage van het aantal tijdslots waarin er succesvol data verstuurd is gedeeld door het aantal tijdslots waarin minstens 1 van de systemen data had. Bijvoorbeeld als je 10 tijdslots had waarin de systemen data hadden en in 8 daarvan is er succesvol gestuurd dan is de efficiëntie 80.

Eerlijkheid

De eerlijkheid wordt berekend met Raj Jain's fairness index (en.wikipedia.org/wiki/Fairness_measure). Hierbij wordt er alleen gekeken naar de tijdslots waarin er succesvol data is verzonden. Vervolgens wordt voor alle 12 opeenvolgende tijdslots (dus 1-12, 2-13, 3-14, enz.) de fairness index berekend. Deze index wordt alleen berekend met de systemen die data hadden binnen die 12 tijdslots. Dit geeft per 12 tijdslots een getal tussen $\frac{100}{\text{aantal systemen}}$ en de 100 en hiervan wordt het gemiddelde genomen.

De eerlijkheid wordt dus beter als binnen alle 12 opeenvolgende succesvolle tijdslots de systemen met data even vaak hebben gestuurd.

Het getal 12 is gekozen omdat we 1 tot 4 systemen hebben en 12 deelbaar is door 1, 2, 3 en 4. Als dit niet zo was zou het onmogelijk zijn om een perfecte score te halen. Bij een groter getal zou de verdeling minder eerlijk kunnen zijn.

Totaal

De totaal score wordt berekend als volgt:

$$\frac{\text{efficiëntie} * \text{eerlijkheid}}{10}$$

Dit geeft een getal t/m 1000.

Meer info door te lezen.

Het berichtenspel

Bij het berichtenspel is het vooral belangrijk dat de leerlingen meteen een zin roepen nadat de ontvanger “volgende” zegt. Als ze eerst kort wachten of de rest stil blijft zijn ze eigenlijk al te laat. Het is de bedoeling dat ze in het begin door elkaar heen praten.

Geef de leerlingen nadat ze bekend zijn geworden met het spel de tijd om een strategie te bedenken. Een voorbeeld strategie kan zijn dat de leerlingen een volgorde afspreken en de beurt naar de volgende gaat als iemand stil is. Zorg dat de leerlingen niet te lang blijven overleggen.

Als de leerlingen een paar rondes gedaan hebben kan de tweede variant geïntroduceerd worden. Geef de leerlingen kort de tijd om te overleggen wat ze met de nieuwe regel, waarbij ze een getal kunnen noemen aan het einde van hun zin, gaan doen en laat ze daarna nog een ronde spelen.

Uitleg protocollen

Probeer vooral het abstracte concept van MAC-protocollen te linken aan voorbeelden voor de leerlingen. Hieronder staat een voorbeeld:

Een voorbeeld hiervan is een Wifi-router die met meerdere mobieltjes verbonden is. Als de mobieltjes tegelijk proberen te communiceren met de router dan “praten ze door elkaar heen” als het ware en krijgen ze beide geen antwoord (en dus geen internet). Een MAC-protocol zorgt ervoor dat de mobieltjes niet tegelijk gaan praten. Een goed MAC-protocol zorgt hierbij ook voor een eerlijke verdeling, zodat als jij een tekstberichtje wilt versturen je niet eerst hoeft te wachten tot je buurman klaar is met het downloaden van een hele film.

Tijdsverdeling

Wat	Tijd
Introductie & uitleg berichtenspel	5 min
Berichtenspel (incl. overleg strategie)	15 min
Berichtenspel 2 (incl. overleg strategie)	10 min
Uitleg MAC-protocollen	10 min

Les 2

Vorbereiding

Test vooraf of de challenge omgeving goed werkt op de schoolcomputers zodat hier geen onverwachte problemen ontstaan. Zorg ook dat de presentatie met de uitleg van de challenge omgeving ergens klaarstaat voor de leerlingen zodat ze hem zelf makkelijk terug kunnen lezen.

Zorg dat je bekend bent met de challenge omgeving. Kijk ter voorbereiding de [Voorbeeld protocollen](#) en de [Score berekening](#) door.

Tweetallen

Tijdens deze les gaan de leerlingen aan de slag in tweetallen. Beslis zelf hoe je de leerlingen op wil delen in tweetallen. Je kunt ze op basis van niveau bij elkaar zetten of ze zelf groepjes laten maken.

Uitleg challenge omgeving

Doorloop de uitleg samen met de leerlingen en vermeld waar ze de uitleg terug kunnen vinden. Eventueel kun je het voordoen worden op de website zelf zodat de leerlingen de omgeving in actie kunnen zien.

De uitleg in de presentatie legt uit wat de knoppen doen en wat de kleuren en getallen in de simulatie betekenen. Hoe de leerlingen een protocol moeten maken wordt niet uitgelegd. Er is wel

een korte uitleg op de website zelf. Naar eigen inzicht kan het maken van protocollen ook klassikaal uitgelegd worden.

De challenge

Tijdens de challenge kan het leuk zijn om de scores op het bord te zetten en af en toe van level te veranderen. Loop rond om de leerlingen te helpen die er niet uit komen hoe ze moeten beginnen.

Sluit de les af met de mededeling dat de leerlingen hun protocol moeten opslaan door of:

- De link van de link delen knop op te slaan
- Het bestand van de exporteer knop op te slaan

Het kan ook handig zijn de leerlingen tussendoor te herinneren verschillende versies van hun protocol op te slaan.

Les 3

De les begint met twee voorbeelden wat de verschillende scenario's zouden kunnen betekenen.

Tijdens deze les kunnen de leerlingen verder werken aan hun protocol. Kies tussentijds een paar leerlingen met een wat uitgebreider protocol om uit te leggen hoe deze werkt en hoe ze erop zijn gekomen. Zo krijgen de andere leerlingen ook weer inspiratie voor hun eigen protocollen.

Les 4

Tijdens deze les ronden de leerlingen hun protocol af. Voor het uitleggen van het protocol hoeven ze geen presentatie te maken. Het doorlopen en bespreken ervan is genoeg. Het is handig om te laten zien hoe variabelen werken voor de leerlingen die dat nog niet doorhebben.

Les 5

Aan het begin van de les worden alle protocollen van de leerlingen besproken. Hierbij moeten de leerlingen kort hun protocol doorlopen en uitleggen wat die doet. Ook moeten ze de scores bespreken. Goed om te vragen is wat de sterke en minder sterke punten van hun protocol zijn.

Vervolgens wordt er kort benoemd wat we gedaan hebben en worden de bestaande protocollen besproken. De leerlingen hoeven de namen hiervan niet uit hun hoofd te kennen. Ter voorbereiding is het handig om op het internet op te zoeken hoe de protocollen werken.

Voorbeeld protocollen

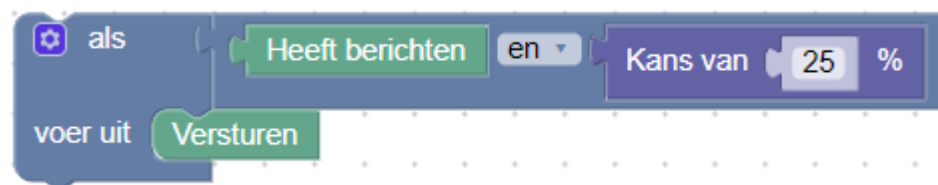
Aloha

Eén van de simpelste protocollen is het Aloha protocol. Bij dit protocol hebben alle systemen een random kans om te sturen:



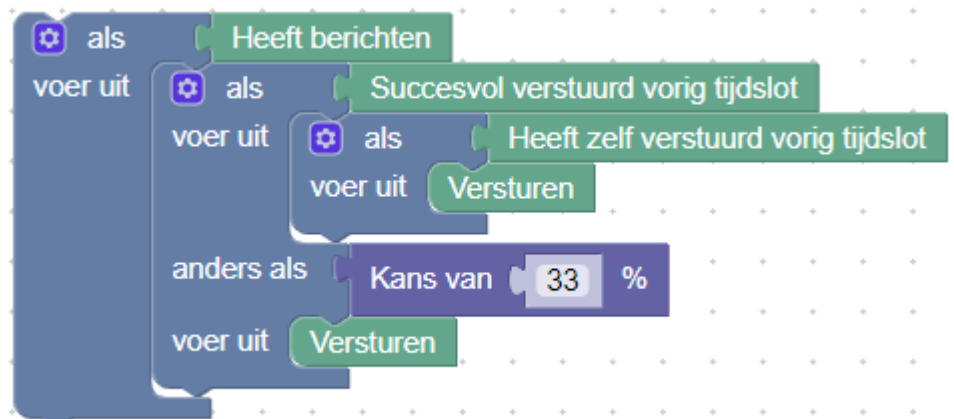
svenkonings.nl/challenge#83c0da

Dit protocol is makkelijk te implementeren, maar scoort natuurlijk niet zo goed. Dit kan verbeterd worden door systemen alleen te laten sturen als ze berichten hebben:



svenkonings.nl/challenge#5dc3ac

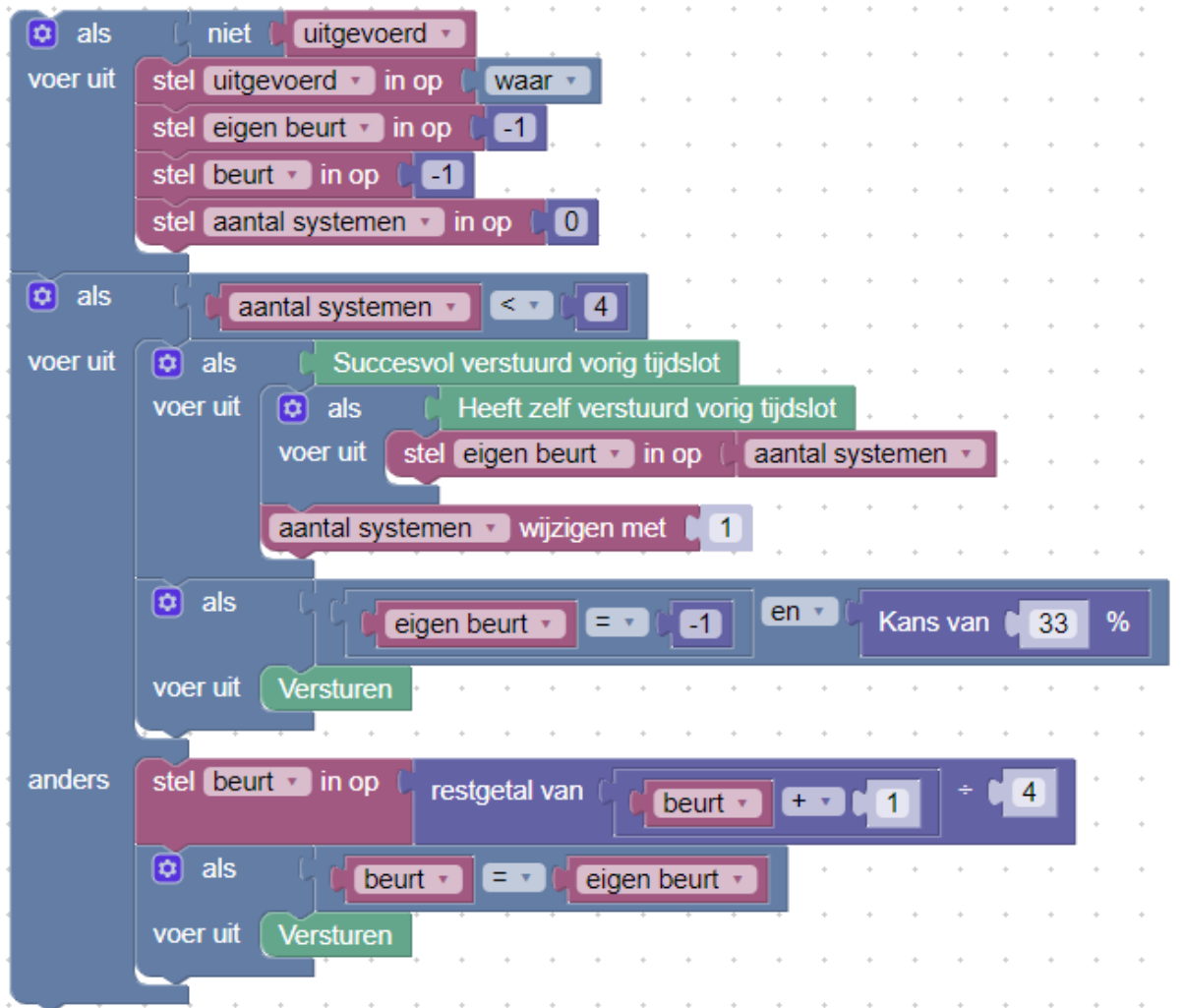
Een manier om dit protocol efficiënter te maken (maar niet eerlijker) is door een systeem dat succesvol stuurt de kans te geven om het volgende tijdslot nog een keer te sturen zodat die al zijn berichtjes in één keer kan sturen:



svenkonings.nl/challenge#ca6813

Taking turns

Een ander voorbeeld van een protocol wat erg eerlijk is, maar niet altijd efficiënt, is door een vaste volgorde/rotatie te bepalen. Bij z'n rotatie stuurt systeem 1 in slot 1, systeem 2 in slot 2, systeem 3 in slot 3, systeem 4 in slot 4 en dan weer systeem 1 in slot 5, enzovoorts. Hierbij moeten de systemen eerst een volgorde overleggen. Dit kan bijvoorbeeld door iedereen met een willekeurige kans een berichtje te laten versturen en degene die als eerste succesvol stuurt wordt systeem 1, de volgende systeem 2, enzovoorts. Dit wordt ook wel Taking Turns genoemd. Omdat er eerst een volgorde moet worden afgesproken is dit wat ingewikkelder dan Aloha. Hier is een voorbeeld implementatie:



svenkoning.nl/challenge#f12b66

Een kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat we er nu vanuit gaan dat er maximaal 4 systemen zijn. In het echt weten we dat natuurlijk niet. Verder is een nadeel van dit protocol dat wanneer een systeem niks te versturen heeft, dit tijdslot als het ware verspild wordt.

Een oplossing hiervoor is dat alleen de systemen die data te versturen hebben meedoen aan de rotatie. Daarvoor moet wel een manier worden afgesproken om te bepalen welke systemen data hebben. Bijvoorbeeld als een systeem een timeslot niks stuurt betekent dat dat die geen data meer heeft en doet die niet meer mee aan de rotatie. Als een systeem dat niet (meer) meedoet expres een keer door een ander heen stuurt dan geeft die aan dat die weer data heeft en weer mee wil doen aan de rotatie.

Over het algemeen is dit één van de efficiëntste en eerlijkste systemen. De uitzondering hierop is als systemen vaak zeer korte berichten moeten versturen in plaats van lange berichten, omdat er dan vaker systemen door elkaar heen praten.

Dit is al een heel stuk ingewikkelder te implementeren. De implementatie hiervan kan gevonden worden op: svenkoning.nl/challenge#53dc19. Deze implementatie kan wel met meer dan 4 systemen overweg.

Score berekening

De berekening van de score wordt niet expliciet uitgelegd. Alleen wat de efficiëntie en eerlijkheid betekenen wordt genoemd. Hieronder worden de berekeningen wel uitgelegd. Hoeveel je hiervan met de leerlingen deelt kun je zelf bepalen

Efficiëntie

De efficiëntie wordt berekent als volgt:

$$\frac{\text{Aantal tijdslots succesvol verstuurd met data}}{\text{Aantal tijdslots met data}} * 100$$

Oftewel een percentage van het aantal tijdslots waarin er succesvol data verstuurd is gedeeld door het aantal tijdslots waarin minstens 1 van de systemen data had. Bijvoorbeeld als je 10 tijdslots had waarin de systemen data hadden en in 8 daarvan is er succesvol gestuurd dan is de efficiëntie 80.

Eerlijkheid

De eerlijkheid wordt berekend met Raj Jain's fairness index

(en.wikipedia.org/wiki/Fairness_measure). Hierbij wordt er alleen gekeken naar de tijdslots waarin er succesvol data is verzonden. Vervolgens wordt voor alle 12 opeenvolgende tijdslots (dus 1-12, 2-13, 3-14, enz.) de fairness index berekend. Deze index wordt alleen berekend met de systemen die data hadden binnen die 12 tijdslots. Dit geeft per 12 tijdslots een getal tussen $\frac{100}{\text{aantal systemen}}$ en de 100 en hiervan wordt het gemiddelde genomen.

De eerlijkheid wordt dus beter als binnen alle 12 opeenvolgende succesvolle tijdslots de systemen met data even vaak hebben gestuurd.

Het getal 12 is gekozen omdat we 1 tot 4 systemen hebben en 12 deelbaar is door 1, 2, 3 en 4. Als dit niet zo was zou het onmogelijk zijn om een perfecte score te halen. Bij een groter getal zou de verdeling minder eerlijk kunnen zijn.

Totaal

De totaal score wordt berekend als volgt:

$$\frac{\text{efficiëntie} * \text{eerlijkheid}}{10}$$

Dit geeft een getal t/m 1000.

Meer info

Meer informatie over de verschillende MAC-protocollen die in het echt gebruikt worden kan gevonden worden op https://en.wikipedia.org/wiki/Channel_access_method. Binnen de lessen focussen we voor het gemak alleen op slotted-protocollen (protocollen waarbij de tijd verdeeld wordt in timeslots) die op een enkele frequentie sturen.