

- Mini-toetsen worden ter plekke en individueel gemaakt.
 - Electronische apparatuur (telefoon, laptop) mag alleen worden gebruikt voor het openen van de MT.
 - Het tijdens een MT opzoeken van antwoorden op internet of chatten of texten, is verboden.
 - Het is toegestaan eigen papieren aantekeningen, in de vorm van een schrift of notitieblok, te raadplegen.
 - **Voorzie elk antwoord van een berekening en/of motivatie.**
 - Heeft een opgave geen onderdelen, dan is deze 2 punten waard: één punt voor het juiste antwoord, één punt voor de motivatie. Bezit een opgave onderdelen (a), (b), ..., dan is elk onderdeel 2 punten waard.
 - Controleer of je naam en studentnummer op de uitwerkingen staan vermeld.
 - We vragen je vriendelijk na voltooiing je uitwerking zo rustig mogelijk bij de TA in te leveren, om daarna direct te vertrekken.
 - Niet buiten de deur napraten, dat is storend voor degenen die nog bezig zijn.
-

Mini-toets 1: onbeslisbaarheid, Langton's ant, en Conway's Game of Life

1. Het *reachability problem* is de vraag of er een checker bestaat, welke voor alle invoerloze programma's kan bepalen of een vooraf aangewezen regel in dat programma zal worden uitgevoerd. Beredeneer (kort) dat een reachability checker niet kan bestaan.
2. Bij Langton's ant zijn er zes verschillende regimes mogelijk: MFT (move-turn-flip), MTF, etc. Welke daarvan leveren identiek gedrag op?
3. Iemand beweert een programma te hebben geschreven dat voor elke beginconfiguratie van Conway's Game of Life, op een 1080p (1920×1080) raster, kan bepalen of deze uitsterft.
 - (a) Kan dit (theoretisch)?
 - (b) En praktisch?

Antwoorden

1, p. 1: Aan ieder programma kan automatisch aan het eind een triviaal statement worden toegevoegd. Met een reachability-checker kan vervolgens worden gecontroleerd of dat statement wordt bereikt; als dat zo is, betekent dit dat het originele programma stopt. Hiermee zouden we een halting-checker hebben geconstrueerd voor invoer-loze programma's, wat onmogelijk is. Daarom kan er ook geen reachability-checker bestaan.

Normering: om twee punten te scoren moet je aan drie voorwaarden voldoen: (i) het reachability-probleem in verband brengen met een ander probleem waarvan de onbeslisbaarheid reeds bekend is, (ii) expliciet of impliciet aangeven dat een reductie-argument wordt toegepast, en (iii) een omschrijving geven van de reductiestap, die automatisch uitvoerbaar moet zijn. De bovenstaande uitleg is beknopt, maar bevat al deze elementen. Jouw uitleg kan anders zijn opgebouwd, maar kan eveneens correct zijn.

2, p. 1: Eerst bewegen en dan de rest: $MTF = MFT$; eerst ter plekke draaien en kleuren, en dan pas bewegen: $TFM = FTM$. Als de move in het midden staat, maakt de volgorde van kleuren en draaien uit: $FMT \neq TMF$. (Gewoon uitproberen op een blank veld: het hoeft maar één keer mis te gaan, en op een blank veld gaat het dus al mis.) Verder geldt dat de laatste twee ongelijk zijn aan MTF en TFM . (Ook weer proberen op een blank veld.)

Normering: om twee punten te scoren moet de partitie $\{\{MTF, MFT\}, \{TFM, FTM\}, \{FMT\}, \{TMF\}\}$ in zijn zijn geheel worden genoemd. Of dat nu in woorden is, of anderszins, maakt verder niet uit.

3a, p. 1: Theoretisch kan het: er zijn “slechts” eindig veel ($2^{1920 \times 1080} \approx 10^{624,216}$) configuraties, dus op den duur treedt herhaling op, en daar kun je in theorie op checken.

Normering: om twee punten te scoren is het nodig (en voldoende) te noemen dat een oneindige run in een eindige toestand-ruimte recurrent is (dus op den duur eenzelfde toestand bezoekt, en zich vanaf dan gaat herhalen). Het woord “recurrent” in deze uitleg zou je moeten begrijpen: het werd gebruikt in het college over Langton's ant, en kwam zelfs op de slides voor.

3b, p. 1: Praktisch gezien is de bewering niet erg geloofwaardig. Om te beginnen zijn er extreem veel mogelijke begin-configuraties. Elk scenario uitputtend analyseren lijkt praktisch onmogelijk, tenzij er een globale systematiek bestaat, wat echter onwaarschijnlijk is. Immers, bekende patronen zoals de *glider* en de *Gosper glider gun* tonen dat zelfs eenvoudige begin-configuraties al een niet-triviale, langdurige dynamiek kunnen produceren. Configuraties kunnen extreem lang complexe patronen vertonen voordat ze stabiliseren of uitsterven, waardoor het moeilijk is vooraf een algemene bovengrens te bepalen voor de benodigde simulatie-duur. Bovendien is *GoL* Turing-volledig. Daardoor is het zeer waarschijnlijk dat een 1080p-raster voldoende ruimte biedt voor “duivelse” configuraties die, vergelijkbaar met busy-beaver-machines, extreem lang actief blijven.

Normering: de vraag of praktisch kan worden gecontroleerd op uitsterven is moeilijk, en we verwachten geen definitief antwoord. Heb je genoemd dat *GoL* extreem ingewikkelde patronen kan voortbrengen die langdurig actief blijven, dan krijg je één punt. Heb je daarnaast aspecten genoemd zoals Turing-volledigheid, en gealludeerd op plausibele “duivelse” configuraties, veroorzaakt door glider guns, spaceships etc. die langdurig blijven botsen, of andere relevante details, dan krijg je twee punten.