

Quake III Arena en lerende AI

Sander Bakkes, MICC-IKAT, Universiteit Maastricht (s.bakkes@cs.unimaas.nl)

Hoewel commerciële computerspellen de afgelopen twintig jaar ingrijpend zijn veranderd, is de kunstmatige intelligentie van computergestuurde tegenstanders in deze spellen op nagenoeg hetzelfde conceptuele niveau gebleven. De programmering van de computergestuurde tegenstanders is zó uitvoerig geworden dat de illusie ontstaat dat de tegenstanders beschikken over een mensachtige intelligentie. In werkelijkheid blijft het gaan om voorgeprogrammeerd gedrag, gebaseerd op niet-lerende technieken.

Voorheen was het gebruik van niet-lerende technieken afdoende om een uitdagende spelervaring te bieden. Tegenwoordig verwacht de speler in toenemende mate kunstmatig intelligent tegenstandergedrag wat even realistisch oogt als de spelomgeving waar de tegenstander zich in bevindt. Onrealistisch gedrag wordt al snel als ‘dom’ en onplezierig ervaren. Terzijde kan hetzelfde worden gesteld van niet-uitdagend gedrag; een speler die herhaaldelijk wordt geconfronteerd met te makkelijke tegenstanders raakt snel verveeld, en een speler die herhaaldelijk wordt geconfronteerd met te moeilijke tegenstanders raakt mogelijk gefrustreerd. Er zijn dan ook veel punten van aandacht waar onderzoek naar kunstmatige intelligentie kan bijdragen aan een meer uitdagende en meer realistische spelervaring.

Met name teamspellen zijn een uitdagend onderzoeksgebied omdat, naast de kunstmatige intelligentie van de tegenstanders zelf, de tegenstanders moeten kunnen communiceren met elkaar en zich moeten kunnen organiseren om zodoende teamgedrag te laten ontstaan. Aanvullend is een adaptief mechanisme vereist om een team van tegenstanders in staat te stellen om zich autonoom en intelligent aan te passen aan de spelomgeving. Dit is een complex geheel.

Een adaptief mechanisme voor teamgedrag is het zogenaamde Team-oriented Evolutionary Adaptability Mechanism (TEAM). Dit mechanisme is gebaseerd op het volgende idee: leer niet gedrag voor ieder lid van een team (wat complex is), maar leer op een hoog niveau het gewenste gedrag voor het team zelf (wat minder complex is). Om dit te bereiken wordt het teamgedrag opgesplitst in diverse stukken relatief makkelijk te leren deelgedrag.

Neem het spel Capture the Flag (CTF), wat in spellen als Quake III Arena een typische spelmodus is die zich richt op spelen in teamverband. Bij Capture the Flag heb je twee basissen. In elke basis staat een vlag. Het is de bedoeling dat je de vlag van de tegenstander verovert en deze levend naar je eigen basis brengt. Het team dat op deze manier de meeste vlaggen binnenhaalt in een bepaalde tijd heeft het spel gewonnen. Het kunstmatig intelligente teamgedrag in een Capture the Flag spel is doorgaans gerepresenteerd door een eindige automaat. Het gedrag per toestand van deze eindige automaat is doorgaans gedefinieerd door een beperkt aantal parameters, welke in dit geval de rolverdeling binnen een team aangeeft.

Het deelgedrag wat we willen leren volgt uit bovenstaande: in welke toestand moet een team hoe aanvallend en hoe verdedigend spelen.

Het TEAM mechanisme leert tijdens het spelen (‘online’) de optimale rolverdeling voor iedere toestand. Optimaal is hier gedefinieerd als de rolverdeling die op lange termijn het beste effect heeft; vergelijkbaar met een voetbalspel kan het vertonen van aanvallend gedrag in een bepaalde situatie goed lijken, maar nadelig uitpakken als de situatie plotseling verandert. Tijdens het

spelen wordt teamgedrag geëvalueerd met behulp van een toestandsovergang gebaseerde fitness functie. Deze fitness functie kent in de basis een hoge fitness toe aan een rolverdeling die leidt tot een ‘positieve’ toestandsovergang, en een lage fitness aan een ‘negatieve’ toestandsovergang. Voor het leren van de rolverdeling wordt per toestand een snel evolutionair algoritme gebruikt wat enkel op het betreffende toestandsniveau leert. De geleerde rolverdelingen per toestand worden vervolgens gecombineerd, en vormen hiermee het globale teamgedrag.

Het TEAM mechanisme is in de praktijk getest in het spel Quake III Arena. Als experiment werd in de *Capture the Flag* spelmodus een lerend team geplaatst tegenover een niet-lerend team. Beide teams waren gebaseerd op dezelfde kunstmatige intelligentie. Enig verschil is dat het niet-lerende team gebruik maakt van het teamgedrag zoals was voorgeprogrammeerd in het originele spel, en het lerende team in staat is om zijn teamgedrag tijdens het spelen aan te passen aan de omgeving.



Fig 1. Screenshot van het spel Quake III Arena: een computergestuurde tegenstander valt de speler aan

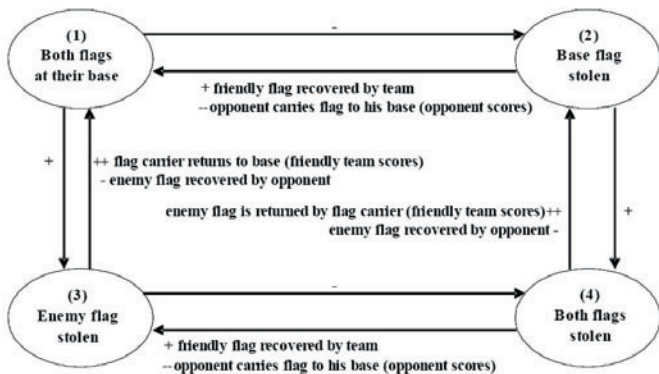


Fig 2. Becommentarierde eindige automaat van het spel Quake III Arena. Sterk positieve en positieve toestandsovergangen zijn respectievelijk aangeduid met “++” en “+”, en sterk negatieve en negatieve toestandsovergangen zijn respectievelijk aangeduid met “--” en “-”.

De experimentele resultaten lieten zien dat het lerende team altijd een tactiek ontdekt waarmee hij het niet-lerende team kan verslaan. De ontdekte tactieken kunnen best beschreven worden als zogenaamde ‘rush’ tactieken, een term die veelal terug te vinden is in het *real-time strategy* spelgenre. Rush tactieken richten zich erop snel een extreem offensief veldoverwicht te creëren. Als deze tactieken in het begin goed uitpakken, dan is de tegenstander zelden in staat te herstellen van dit offensief momentum.

Uit analyse van de resultaten bleek dat de kunstmatige intelligentie van Quake III Arena enkel gematigde tactieken gebruikt, ongeacht de situatie. Derhalve was het niet in staat om te gaan met het extreme gedrag van het lerende team, en verloor vervolgens het spel keer op keer. Ondanks het feit dat de kunstmatige intelligentie van het spel Quake III Arena in staat is naar behoren te reageren op de meeste spelsituaties, kan het niet leren van zijn eigen fouten of van superieur gedrag van de speler. Lerende kunstmatige intelligentie voor computerspellen, aan de andere kant, kan dit wel!

Lerende kunstmatige intelligentie als het TEAM mechanisme maakt het, naast een meer realistische en meer uitdagende spelervaring, voor spelontwikkelaars mogelijk om automatisch fouten in het gedrag van de tegenstanders te ontdekken. Nog voordat een spel wordt uitgebracht. Tevens kunnen ontwikkelaars dergelijke kunstmatige intelligentie gebruiken voor het leren van volledig nieuw gedrag.

Een mogelijk nog grotere uitdaging voor kunstmatige intelligentie in computerspellen is de mate van autonomie waarmee het is begiftigd. De huidige kunstmatige intelligentie gebruikt veelal menselijke kennis om het leerproces te beïnvloeden. Vanuit een filosofisch standpunt kan men stellen dat pas wanneer een kunstmatige entiteit effectief kennis gebruikt welke het *zelf* heeft ontdekt, deze entiteit is uitgerust met afdoende kunstmatige intelligentie. De eerste stap tot het creëren van zulke intelligentie is het ontwikkelen van een mechanisme wat het mogelijk

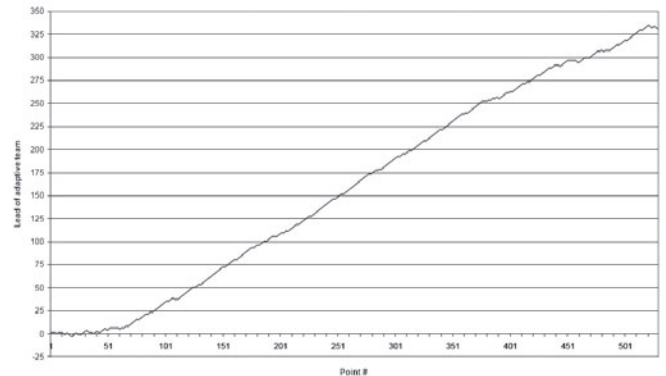


Fig 3. Een typisch resultaat van een spel waar een lerend team speelt tegen een niet-lerend team. De grafiek toont de voorsprong van het lerende team t.o.v. het niet-lerende team als een functie van het totale aantal veroverde vlaggen. In het begin van het spel zijn beide teams even competitief. Wanneer het lerende team een superieure tactiek ontdekt, kan hij die eeuwig uitbuiten.

maakt zelfstandig kennis te ontdekken, zonder dat dit proces gestuurd wordt door kennis van het betreffende domein.

Om dit te bereiken wordt er momenteel onderzoek gedaan naar een kennisgedreven benadering tot kunstmatige intelligentie voor commerciële computerspellen welke, in tegenstelling tot ‘conventionele’ leermechanismen zoals b.v. evolutionaire algoritmen, in staat moet blijken snel te leren van slechts enkele observaties. Dit laatste riekt naar het bereiken van *human-like intelligence*; onderzoeken in hoeverre uit een entiteit volledig autonoom effectieve kunstmatige intelligentie kan ontstaan. Afhankelijk van welk sciencefiction scenario je voor ogen hebt, is het de taak van onderzoekers om dit al dan niet te bewerkstelligen. ∅



Fig 4. In een commercieel computerspel moet kunstmatige intelligentie kunnen leren in een realistische omgeving met veel imperfecte informatie en waar geluk in hoge mate het resultaat bepaald.