

Tinlab Machine Learning

Groepsverslag

Thomas Alakopsa
0911723

Alex de Ridder
0937558

October 25, 2019



1 Samenvatting

2 Inleiding

Voor Tinlab Machine Learning wordt de verworven kennis toegepast door een intelligente controller te maken voor race simulatie Torcs. In plaats van zelf aan de knoppen te zitten en de auto te besturen, zal er een programma geschreven worden die aan de hand van getrainde modellen en binnenkomende data zelfstandig de auto bestuurd.

3 Projectopzet

Er wordt tijdens dit project gebruik gemaakt van Agile, waar we het werk van dit project opdelen in kleine opdrachten en afmaken in een periode van twee weken. Een algemene planning wordt gemaakt, de eerste draft is in section 3.1 te vinden. Uiteindelijke gerealiseerde planning staat in bijlage 8.4.

Om de code en verslagen op te slaan van dit project gebruiken wij Github, in bijlage 8.5 is de log te vinden van de commits. Alle verslagen worden lokaal geschreven in Latex en aan het einde van de dag gepusht op Github.

3.1 Algemene planning

Taak	Planning(week)
Requirements	1
Testplan	2
Persoonlijk verslag	6
Onderzoek controller	4
Eerste versie controller	6
Testen en verbeteren	7
Groepsverslag controller	7
Reflectieverslag	8

Product backlog

Eisen controller

- snel
- getraind worden door een van de AI technieken
- voorafgesteld doel halen (Start - Finish)
- Weinig damage

Prioriteit	User story
Must	Als projectlid, neem ik deel aan de boekenclub gehost bij klasgenoten, zodat ik meer informatie over Machine Learning verkrijg
Must	Als projectlid, host ik een boekenclub voor klasgenoten over een thema binnen de AI, zodat ik meer informatie over Machine Learning leer en uitdeel
Must	Als project lid, maak ik een persoonlijk verslag, over de wekelijkse geleerde stof en zelfopgedane kennis, zodat ik meer informatie over Machine Learning verkrijg.
Must	Als projectlid, schrijf ik een ethische verantwoording, zodat er een ethisch product wordt geleverd.
Must	Als projectlid, wil ik een controller trainen, die een auto rijdt in het computerprogramma torcs, zodat het vak behaald kan worden

- Geen idee verder .

4 Methode

Aan het begin van het project zijn meerdere datasets gemaakt door de input en output te loggen van een al goed rijdend systeem. Er is voor gekozen om deze datasets te gebruiken.

Om te communiceren met de "Torcs server" kan er gebruikt gemaakt worden van een client in Java of C++. Er is voor gekozen om de Java client te gebruiken, met als voornaamste reden dat er op github [1] een opzet te vinden is om een Neural Network te schrijven. Deze versie maakt gebruik van een algoritme, waar geen Machine Learning voor wordt gebruikt.

Het eindproduct zal een neurale netwerk zijn dat getraind is door middel van een dataset en verifiërd door andere datasets. Aanpassingen in de instellingen van het neurale netwerk zullen uiteindelijk leiden tot het beste programma. Het neurale netwerk zal tijdens het trainen bij bepaalde iteraties opgeslagen worden en bij vroegtijdig stopzetten kan de training ook weer hervat worden vanaf de laatst opgeslagen iteratie.

Het getrainde neurale netwerk kan worden geverifiërd worden op twee manieren, namelijk met de trainingsets of door het *live* te runnen op een baan. Bij het live runnen is duidelijk te zien hoe het neurale netwerk reageert op bochten. In de resultaten zal dan het verband uitgelegd worden tussen de instellingen van het neurale netwerk en de real-time uitvoering.

5 Vooronderzoek

5.1 Neuraal netwerk

Neurale netwerken zijn een reeks algoritmen die losjes gemodelleerd zijn van het menselijke brein. Een kunstmatig brein dat gemaakt is uit een hele grote reeks kunstmatige neuronen.

5.1.1 Perceptrons

Een van de meest fundamentele kunstmatig neuron types is een perceptron. Perceptrons zijn een belangrijk onderdeel van een neuraal netwerk en kennis hierover is nodig om een neuraal netwerk te begrijpen. Een perceptron pakt verschillende binary inputs: x_1, x_2, \dots, x_n en produceert een enkele binaire output. Je kan het zien als een functie die beslissingen voor je neemt, door verschillende factoren tegen elkaar te wegen en uiteindelijk met ja of nee te antwoorden.

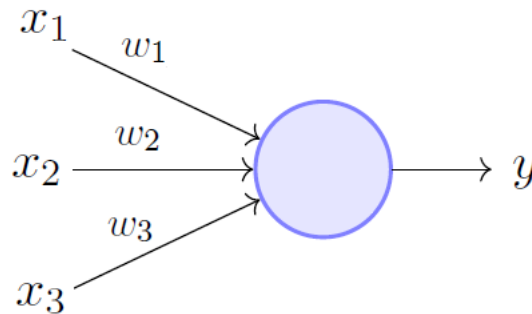


Figure 1: uitleg

In afbeelding 1 is een perceptron te zien die 3 variabelen als input neemt: x_1, x_2 en x_3 . Bij all deze waardes word een gewicht(weight) toegekend(w_n). Deze waarde geeft aan hoe belangrijk de input is voor deze neuron. De output van de neuron is de som van alle resultaten bij elkaar. $\sum_j w_j x_j$ en deze waarde vergelijken met een gekozen randwaarde(threshold) om de output the berekenen. In een meer wiskundige term:

$$y(x_1, \dots, x_n) = f(w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n) \quad (1)$$

Je kan de output van een neuron beïnvloeden door te spelen met de weights en thresholds. Door een input zijn weight te vergroten of de threshold te verlagen kan er hele andere resultaten uit het model komen.

[?]

Het is duidelijk dat de perceptron niet een compleet model is over hoe mensen hun beslissingen nemen. Maar het voorbeeld illustreert hoe een perceptron verschillende soorten bewijs kan afwegen om beslissingen te nemen. Daarom is het aannemelijk

dat een complex netwerk van perceptrons vrij subtiële beslissingen zou moeten kunnen nemen.

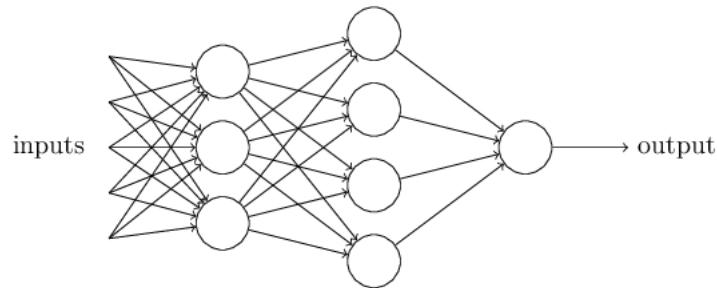


Figure 2: uitleg

In afbeelding 2 is een netwerk te zien, waar de eerste laag van perceptrons in het netwerk, drie simpele beslissingen neemt door de functie in vergelijking 1 uit te voeren. Naast de eerste laag zit er nu ook een tweede die de outputs van de eerste laag als input neemt. Op deze manier kan een perceptron in de tweede laag een beslissing nemen op een complexer en abstracter niveau dan perceptrons in de eerste laag. Deze complexiteit en abstractheid wordt verhoogd per extra laag die je toevoegt. Op deze manier kan een meerlaags netwerk van perceptrons, zeer geavanceerde beslissingen nemen.

[?]

De volgende stap is om ons netwerk zelf lerend te maken. Om dit te doen moet je kleine aanpassingen kunnen maken aan de weights en de biases. Deze kleine aanpassingen moeten daarna ook een klein effect hebben op de output van het neurale netwerk. Echter dat is niet wat er gebeurt met perceptrons want deze heeft maar 2 outputs, een 1 en een 0. Een kleine aanpassing zal daarom niks doen of de hele uitkomst van de perceptron omdraaien. Je kan niet probleem omzeilen door een ander type neurons te gebruiken, zoals de Sigmoid en tanh neurons. [?]

5.1.2 Activatie functies

De resultaten van een neuron worden berekend door een activatiefunctie. Voor dit onderzoek worden eerst alleen de "Sigmoid" en "Tanh" activatiefuncties gebruikt, mochten deze niet goed werken worden andere activatiefuncties verder onderzocht.

De sigmoid en tanh neurons lijken erg op perceptrons, alleen de manier hoe de output berekend wordt is compleet anders. Een sigmoidfunctie neemt alle mogelijke nummers als een input en berekent het naar een getal tussen de 0 en 1.

$$h_{\theta}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

Een tanh function neemt alle mogelijke nummers als input en brekend het naar en getal tussen de -1 en de 0.

$$h_{\theta}(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1 \quad (3)$$

De twee berekeningen lijken erg op elkaar, omdat tanh een geschaalde vorm is van de sigmoid functions.

5.1.3 Zelf lerend netwerk

Er is data nodig om een neurale netwerk te trainen. Nadat deze data verzameld is kan er gebruik gemaakt worden van een methode die het neurale netwerk traint. Voorbeeld van zulke methodes zijn forward propagation, back propagation en resilient propagation. Het doel van deze algoritmes is om alle neuronen een weight en een bias te geven. Hoe dat in praktijk gaat hangt af van de dataset en welk algoritme er gebruikt gaat worden, kort samengevat gaat het op deze manier:

- De start waarden voor de weights en biases zijn vaak random.
- De dataset wordt meegegeven aan het network en daar wordt data/resultaten uit gegenereerd.
- Deze resultaten worden vergeleken met de verwachting en het foutpercentage/error wordt berekend.
- Deze informatie wordt gebruikt om het network te tunen, zodat de error verminderd wordt.
- De stappen worden herhaald tot het network aan de eisen voldoet.

[?]

5.1.4 Overfitting

Neurale netwerken zijn erg kwetsbaar voor overfitting. Het is waar dat door meer factoren in het neurale netwerk op te nemen. Het altijd per definitie beter zal maken voor de gegevens die we al hebben ,maar een betere pasvorm voor de beschikbare gegevens betekent niet een betere voorspelling. een te eenvoudig neural network maken, kan het esencetile patroon in de data niet vastleggen. Aan de andere kant wordt een neural network dat te gecompliceerd is te gevoelig voor de specifieke data die we hadden vastgelegd. Bijgevolg precies omdat het zo fijn is afgestemd op die specifieke dataset zal de oplossingen die het produceert zeer variabel zijn.

5.2 python

5.3 Encog

6 Resultaten

omdat de data die gebruikt word voor het sturen van de torcs auto tussen de -1 en 1 zit is het verstandig om gebruik te maken van de tanh functie. Omdat tanh alle reel getal tussen de -1 en 1 kan hebben, dus waarden zoals -0.875 ... en 0.132. Dit zorgt ervoor dat de uitkomst van een neuron niet een simple een ja of nee is maar veel complexer getal dat van alles en nog wat kan betekenen. Nu als er een kleine verandering plaatsvind in de weights of biases van het neurale netwerk zullen deze kleine verandering ook te vinden worden in de output uiteindelijk zorgt dit ervoor dat het neurale netwerk zelf kan leren.

7 Conclusie

8 Bijlages

8.1 Architectuurontwerp

Alex maakt een mooi plaatje

8.2 Testplan

Er zijn heel verschillende mogelijkheden voor het maken neurale netwerk. Het is moeilijk om te zien wat een positieve of negatieve invloed heeft. Daarom wordt elk getrainde neurale netwerk vergeleken, om te kijken welke eigenschappen samen het beste resultaat geeft. Om te komen tot het beste resultaat hebben we de volgende manieren om te testen: kijken naar de optimale errorwaarde, netwerk moet zo min mogelijk crashen, gemakkelijk herstellen na een crash en een parcours als snelste voltooien. Deze opties zullen verder uitgewerkt worden.

Voor elk parcours is een data beschikbaar van een goed, presterende controller voor Torcs. De errorwaarde voor het getrainde netwerk en een parcours kan binnen millisecondes berekend worden. Met de errorwaardes kan je gemakkelijk zien of het neurale netwerk goed getraind is en met deze data is het eerste verschil tussen het neurale netwerk te zien.

Het neurale netwerk kan ook getest worden in torcs, torcs heeft twee verschillende manieren om te runnen: text mode of gui mode. De text mode geeft beste laptijd, hoogste snelheid, schade en de totale race. In de textmode zijn alleen resultaten te zien, het voordeel is dat hiervoor weinig tijd nodig is van de tester en deze data veel meer zegt dat errorwaardes. Deze test wordt uitgevoerd waar het neurale netwerk wordt beoordeeld op de volgende criteria:

- De tijd waarop de auto 1 lap rijdt op de geselecteerde baan
- Het aantal schaden dat de auto heeft aan het einde van 1 lap
- De max snelheid die een auto behaald tijdens 1 lap

De gui mode wordt gebruikt om te zien hoe het neurale netwerk de auto crasht en de auto zichzelf terugzet op de weg. Door de damage uit de vorige test kan er al worden geconstateert of een auto crasht. Elke crashsituatie is uniek, dus het is niet zeker of het neurale netwerk zichzelf terug kan plaatsen op de weg. Het beste neurale netwerk zal nooit crashen, maar om zeker te weten of het zichzelf uit een crash kan halen, moet er een crashsituatie gecreëerd worden. Er kan voor gekozen worden om de simulatie gelijk te laten crashen en kijken hoe het neurale netwerk dit oppakt. Of te races op een dirttrack, hier zal de auto snel tegen een muur rijden, echter is het niet zeker of de unstuck methode hetzelfde werkt op de dirt track dan op een road track.

Gedurende het testen wordt er gekeken welke testmethodes het beste werken en daar zullen we dan ook uiteindelijk mee gaan testen. In het kopje resultaten zal dit verder worden uitgelegd.

8.3 Testresultaten

Samenvatting

Network	Aalborg	Alpine 1	Alpine 2
80_65_50_35 V1	DNF	1	1
100_60_40 V2	1	3	6
100_60_40 V1	2	4	4
20_18_16	4/5	7	8
100_40_V1	DNF	9	5
100_40_V2	DNF	-	3
100_40_V3	9	13	9
200_40	8	6	17
100_60_40 V3	6	10	7
200_100_40 V1	DNF	5	13
200_100_40 V2	10	8	17
200_100_40 V3	11	10	
44_33_33_22 V1	DNF	14	12
44_33_33_22 V2	7	11	11
44_33_33_22 V3	3	12	17
80_65_50_35 V2	DNF	15	2
80_65_50_35 V3	DNF	2	17
30_24_18	DNF	-	-

Data per race

Aalborg

Place	Network	Time	Damage	Topspeed	Stuck method
1	100_60_40 V2	1:38:80	0	174	Version 2
2	100_60_40 V1	1:47:41	0	176	Version 2
3	44_33_33_22 V3	1:48:55	5	171	Version 2
4	20_18_16	1:48:94	441	172	Version 1
5	20_18_16	1:48:94	441	172	Version 2
6	100_60_40 V3	1:54:93	197	175	Version 2
7	44_33_33_22 V2	1:56:06	935	173	Version 2
8	200_40	1:57:61	569	167	Version 2
9	100_40_V3	2:01:62	142	175	Version 2
10	200_100_40 V2	2:21:22	1207	176	Version 2
11	200_100_40 V3	4:03:88	1605	179	version 2
18	200_100_40 V1	DNF	-	-	Version 2
18	44_33_33_22 V1	DNF	-	-	Version 2
18	80_65_50_35 V1	DNF	-	-	Version 2
18	80_65_50_35 V2	DNF	-	-	Version 2
18	30_24_18	DNF	-	-	Version 2
18	100_40_V1	DNF	-	-	Version 2
18	100_40_V2	DNF	-	-	Version 2

Alpine 1

Place	Network	Time	Damage	Topspeed	Stuck method
1	80_65_50_35 V1	2:57:88	0	211	Version 2
2	80_65_50_35 V3	2:58:38	0	211	Version 2
3	100_60_40 V2 1	3:00:20	0	209	Version 2
4	100_60_40 V1	3:00:23	0	211	Version 2
5	200_100_40 V1	3:07:46	43	201	Version 2
6	200_40	3:08:63	551	207	Version 2
7	20_18_16	3:08:78	1461	204	Version 2
8	200_100_40 V2	3:13:24	178	204	Version 2
9	100_40_V1	3:14:56	540	191	Version 2
10	100_60_40 V3	3:17:41	657	209	Version 2
11	44_33_33_22 V2	3:23:78	253	211	Version 2
12	44_33_33_22 V3	3:30:99	979	211	Version 2
13	100_40_V2	3:33:50	1952	195	Version 2
14	44_33_33_22 V1	3:35:77	1202	208	Version 2
15	80_65_50_35 V2	3:38:81	1608	207	Version 2
16	200_100_40 V3	3:57:84	225	206	Version 2
17	100_40_V3	6:09:33	7456	197	Version 2

Alpine 2

Place	Network	Time	Damage	Topspeed	Stuck method
1	80_65_50_35 V1	2:06:37	355	188	Version 2
2	80_65_50_35 V2	2:10:66	307	187	Version 2
3	100_40_V2	2:11:41	1837	192	Version 2
4	100_60_40 V1	2:12:63	37	191	Version 2
5	100_40_V1	2:14:44	238	188	Version 2
6	100_60_40 V2	2:15:54	223	190	Version 2
7	100_60_40 V3	2:16:60	63	190	Version 2
8	20_18_16	2:20:88	601	192	Version 2
9	100_40_V3	2:25:62	417	190	Version 2
10	200_100_40 V3	2:27:14	0	186	Version 2
11	44_33_33_22 V2	2:28:82	425	190	Version 2
12	44_33_33_22 V1	2:43:74	544	191	Version 2
13	200_100_40 V1	2:35:29	2158	181	Version 2
17	200_40	DNF	-	-	Version 2
17	200_100_40 V2	DNF	-	-	Version 2
17	44_33_33_22 V3	DNF	-	-	Version 2
17	80_65_50_35 V2	DNF	-	-	Version 2

Rauwe resultaten

Network	Map	Time	Damage	Topspeed	Stuck method
20.18.16	Aalborg	1:48:94	441	172	Version 1
20.18.16	Alpine 1	3:08:78	1461	204	Version 2
20.18.16	Alpine 2	2:20:88	601	192	Version 2
20.18.16	Aalborg	1:48:94	441	172	Version 2
30.24.18	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
100.40.V1	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
100.40.V1	Alpine 1	3:14:56	540	191	Version 2
100.40.V1	Alpine 2	2:14:44	238	188	Version 2
100.40.V2	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
100.40.V2	Alpine 1	3:33:50	1952	195	Version 2
100.40.V2	Alpine 2	2:11:41	1837	192	Version 2
100.40.V3	Aalborg	2:01:62	142	175	Version 2
100.40.V3	Alpine 1	6:09:33	7456	197	Version 2
100.40.V3	Alpine 2	2:25:62	417	190	Version 2
200.40	Aalborg	1:57:61	569	167	Version 2
200.40	Alpine 1	3:08:63	551	207	Version 2
200.40	Alpine 2	DNF	-	-	Version 2
100.60.40 V1	Aalborg	1:47:41	0	176	Version 2
100.60.40 V1	Alpine 1	3:00:23	0	211	Version 2
100.60.40 V1	Alpine 2	02:12:63	37	191	Version 2
100.60.40 V2	Aalborg	1:38:80	0	174	Version 2
100.60.40 V2	Alpine 1	3:00:20	0	209	Version 2
100.60.40 V2	Alpine 2	2:15:54	223	190	Version 2
100.60.40 V3	Aalborg	1:54:93	197	175	Version 2
100.60.40 V3	Alpine 1	3:17:41	657	209	Version 2
100.60.40 V3	Alpine 2	2:16:60	63	190	Version 2
200.100.40 V1	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
200.100.40 V1	Alpine 1	3:07:46	43	201	Version 2
200.100.40 V1	Alpine 2	2:35:29	2158	181	Version 2
200.100.40 V2	Aalborg	2:21:22	1207	176	Version 2
200.100.40 V2	Alpine 1	3:13:24	178	204	Version 2
200.100.40 V2	Alpine 2	DNF	-	-	Version 2
200.100.40 V3	Aalborg	4:03:88	1605	179	version 2
200.100.40 V3	Alpine 1	3:57:84	225	206	Version 2
200.100.40 V3	Alpine 2	2:27:14	0	186	Version 2
44.33.33.22 V1	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
44.33.33.22 V1	Alpine 1	3:35:77	1202	208	Version 2
44.33.33.22 V1	Alpine 2	2:43:74	544	191	Version 2
44.33.33.22 V2	Aalborg	1:56:06	935	173	Version 2
44.33.33.22 V2	Alpine 1	3:23:78	253	211	Version 2
44.33.33.22 V2	Alpine 2	2:28:82	425	190	Version 2
44.33.33.22 V3	Aalborg	1:48:55	5	171	Version 2
44.33.33.22 V3	Alpine 1	3:30:99	979	211	Version 2
44.33.33.22 V3	Alpine 2	DNF	-	-	Version 2
80.65.50.35 V1	Aalborg	DNF	- ¹⁴	-	Version 2
80.65.50.35 V1	Alpine 1	2:57:88	0	211	Version 2
80.65.50.35 V1	Alpine 2	2:06:37	355	188	Version 2
80.65.50.35 V2	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
80.65.50.35 V2	Alpine 1	3:38:81	1608	207	Version 2
80.65.50.35 V2	Alpine 2	DNF	-	-	Version 2
80.65.50.35 V3	Aalborg	DNF	-	-	Version 2
80.65.50.35 V3	Alpine 1	2:58:38	0	211	Version 2

Commentaar

- 100_40 eerste deel feilloos in in aalborg
- 200_40 gaat niet goed om met de stuck methode.
- 80_65_50_35 V2 gaat niet goed om met de stuck methode, waarschijnlijk heel snel maar komt in stuck loop
- 44_33_33_22 V1 gaat niet goed om met de stuck methode, ramt soms random de muur
- 80_65_50_35 V2 ramt vaak de muur in Aalborg maar nooit in alpine 1

8.3.1 Stuck versions

Version	U_T_L	M_U_A	M_U_S	M_U_D	M_U_D
1.0	2.0	$30/(180*\pi)$	5.0	0.9	0.2
2.0	2.0	$30/(180*\pi)$	5.0	0.9	0.3

- U_T_L = UNSTUCK_TIME_LIMIT
- M_U_A= MAX_UNSTUCK_ANGLE
- M_U_S = MAX_UNSTUCK_SPEED
- M_U_D = MIN_UNSTUCK_DIST
- M_U_D = MAX_UNSTUCK_DIST

8.4 Planning

Taak	Planning	Opgeverd
Requirements	1	5
Testplan	2	6
Persoonlijk verslag	6	8
Onderzoek controller	4	5 (<i>np</i>)
Eerste versie controller	6	8
Testen en verbeteren	7	7 (<i>np</i>)
Tweede versie controller	6	7 (<i>np</i>)
Groepsverslag controller	7	7 (<i>np</i>)
Reflectieverslag	8	8 (<i>np</i>)

Table 1: Uiteindelijke gerealiseerde planning in weken. *np* = *nieuwe periode*

8.5 Commitlog

```
* 88810a0 finished perspectron in vooronderzoek
* a560bed worked on perceptron explanation
* e1d4ef3 Add AdjustBreaks method, add validation sets
* 18492f9 Change break algoritmn
* 23d92b0 Add filtering scorebord
* e72aeff Add option to give file name
* 4a8bab8 finished documenting all the training results
* f98924e added all the new networks
* ad5b9cf Methode eerste versie
* 40a5a30 Add verify method
* aae00ab Break can't be less then 0
* cdacea0 Fix resume method
* 87a6cf2 Groepsverslag opzet opgezet
* f4f1786 Add 100_40
* 820c658 added fucntion that asks for name of the file or press enter to use default
* 54dd446 added 80_65_50_35 version 1, 2 and 3 and 44_33_33_22 version 1,2 and 3. all with c
* 2d21c56 addes the result of network 200_100_40 and 100_60_40
* 07ad208 Add new score
* 61f81b0 updated version of 200_100_40 and 100_60_40
* 54e3c40 Merge branch 'master' of https://github.com/ThomasAlakopsa/machine_learning
|\
| * ae46afe Generate scoreboard pdf latex
| * 321361d Run new tests
* | c850536 added my networks
|/
* 9247e8d Nieuwe trainde networks
* 7468141 add scoreboard and remove print
* 6fba598 add scoreboard and remove print
* e84e80c Change stuck method & add new training
* feb9b08 added the best network we have for now
* 2f0c7ed Add extra layer & stuck method
* f23e4e0 Add right train_data
* 567d067 Test
* 6117f60 Add neuralnetworks
* 5fb6117 Add runnable
* 8bb5459 Added Neural Network with Encog
* b6b5ec9 removed not needed files
* a7054b0 added .bbl .gz and .blg files in the git ignore
* 1bf3bd6 updated .gitignore and added folders for personal reports and a template for the f
* 991ddb0 setting up work station / code is running
* b741a3f added the code from Elvira
* 0a4409a first commit
```

References

- [1] ElviravdVen. Opzet client. https://github.com/ElviravdVen/Torcs_CI.
[Online; gedownload op 18-juni-2019].