



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

**WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI,
INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ**

KATEDRA AUTOMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

Praca dyplomowa inżynierska

*Regulacja populacji komórek w "Grze w życie" oparta na głębokich
sieciach neuronowych*

*A deep neural network based approach to regulation of cell population
in Conway's Game of Life.*

Autor:

Adrian Jałoszewski

Kierunek studiów:

Automatyka i Robotyka

Opiekun pracy:

dr inż. Lidia Dutkiewicz

Kraków, 2017

Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystycznego wykonania albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.): „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej «sądem koleżeńskim».”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

Dla mojej gumowej kaczuśki Nataszy

Spis treści

1. Wprowadzenie	7
1.1. Sieci neuronowe	7
1.2. AlphaGo	7
1.3. „Gra w życie”	7
1.4. Cel pracy	8
2. Wstęp teoretyczny	9
2.1. „Gra w życie”	9
2.1.1. Zasady	9
2.1.2. Przyjęte ograniczenia	9
2.2. Sieci neuronowe	9
2.2.1. Warstwy ukryte	9
2.2.2. Warstwy konwolucyjne	9
2.2.3. Metody uczenia	9
2.2.4. Rodzaje funkcji aktywacji	9
3. Analiza problemu	11
3.1. Określenie funkcji celu	11
3.2. Dobór sieci neuronowej	11
3.2.1. Określenie wejść i wyjść	11
3.2.2. Topologia sieci	11
3.2.3. Dobór funkcji aktywacji	11
3.3. Dobór metody uczenia	11
3.4. Metoda wizualizacji	11
4. Prezentacja wyników	13
4.1. Postępy w uczeniu	13
4.2. Osiągnięcia nauczonej sieci neuronowej	13
5. Podsumowanie	15
5.1. Osiągnięte wyniki	15

5.2. Możliwość rozbudowania pracy	15
---	----

1. Wprowadzenie

1.1. Sieci neuronowe

Wraz z postępem w mocy obliczeniowej na popularności zyskały sieci neuronowe. Ich zdolność do wykrywania wzorów i prawidłowości znalazła zastosowanie między innymi w analizie obrazów [1], rozpoznawaniu mowy oraz w sztucznej inteligencji prostych [2] oraz bardziej zaawansowanych [3] botów. Przy odpowiednim procesie uczenia sieć neuronowa jest w stanie w znacznym stopniu przewyższyć eksperta w danej dziedzinie [3].

Dodatkowym elementem przyspieszającym rozwój sieci neuronowych jest powszechna dostępność zaawansowanych narzędzi takich jak TensorFlow [4], scikit-learn [5], Theano [6]. Tworzą one pewien poziom abstrakcji, zarówno zmniejszając próg wejścia jak i pozwalając skupić się na strukturze sieci neuronowej, zamiast na jej implementacji.

Obydwa te czynniki poskutkowały tym, że oprócz profesjonalnych zastosowań takich jak systemy rekomendacji portali społecznościowych powstało wiele amatorskich projektów o otwartym kodzie źródłowym [1, 2, 7] oraz zasobów wiedzy [8, 7].

1.2. AlphaGo

Pewnym przełomem w rozwoju sieci neuronowych był program AlphaGo, który wraz z postępem nauczania przewyższył najlepszego na świecie gracza w Go. Dokonano tego wykorzystując głęboką sieć neuronową z warstwami konwolucyjnymi. Zastosowane algorytmy pozwalają na to aby AlphaGo ulegało samodoskonaleniu poprzez grę ze sobą.

1.3. „Gra w życie”

„Gra w życie”[9] jest jednym z najbardziej znanych automatów komórkowych posiadającym kopmletność Turinga. Jest to gra o stosunkowo prostych zasadach, które zastosowane dla wielu komórek skutkują w skomplikowanych, trudnych do przewidzenia zachowaniach.

Gra występuje w wielu wariantach, między innymi z planszą skończoną, nieskończoną oraz zapętloną na krawędziach.

1.4. Cel pracy

Praca ma na celu skonstruowanie głębokiej sieci neuronowej, która będzie w stanie dodawać komórki do planszy „Gry w życie” w taki sposób aby liczba komórek mieściła się w zadanym przedziale. Liczba komórek jakie mogą zostać dodane jest ograniczona od góry.

Pod wieloma względami problemem podobnym do sieci neuronowej grającej zgodnie z tymi zasadami są sieci neuronowe nauczone gry w Go. Podobnie jak "Gra w życie", Go jest rozgrywane na planszy mającej postać siatki, a wynikiem analizy dokonanej przez sieć neuronową jest położenie, gdzie ma zostać wykonany ruch ze strony sztucznej inteligencji [3, 10, 11].

Praca ta traktuje o zastosowaniu podobnych technik do nauczania sieci neuronowej sterowania liczebnością komórek w „Grze w życie”.

2. Wstęp teoretyczny

2.1. „Gra w życie”

2.1.1. Zasady

2.1.2. Przyjęte ograniczenia

2.2. Sieci neuronowe

2.2.1. Warstwy ukryte

2.2.2. Warstwy konwolucyjne

2.2.3. Metody uczenia

2.2.4. Rodzaje funkcji aktywacji

3. Analiza problemu

3.1. Określenie funkcji celu

3.2. Dobór sieci neuronowej

3.2.1. Określenie wejść i wyjść

3.2.2. Topologia sieci

3.2.3. Dobór funkcji aktywacji

3.3. Dobór metody uczenia

3.4. Metoda wizualizacji

4. Prezentacja wyników

4.1. Postępy w uczeniu

4.2. Osiągnięcia nauczonej sieci neuronowej

5. Podsumowanie

5.1. Osiągnięte wyniki

5.2. Możliwość rozbudowania pracy

Bibliografia

- [1] Neural doodle. URL: <https://github.com/alexjc/neural-doodle>.
- [2] MarI/O. URL: <https://pastebin.com/ZZmSNaHX>.
- [3] „Mastering the Game of Go with deep Neural Networks and Tree Search”. W: ().
- [4] TensorFlow. URL: <https://www.tensorflow.org/>.
- [5] scikit-learn. URL: <http://scikit-learn.org>.
- [6] theano. URL: <http://deeplearning.net/software/theano/>.
- [7] The Coding Train. URL: https://www.youtube.com/channel/UCvjgXvBlbQiydffZU7m1_aw.
- [8] Siraj Raval. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCWN3xxRkmTPmbKwht9FuE5A>.
- [9] *Conways Game of Life*. Stanford University. URL: <http://web.stanford.edu/~cdebs/GameOfLife/>.
- [10] Geoffrey E. Hinton Alex Krizhevsky Ilya Sutskever. „ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks”. W: ().
- [11] Chris J. Maddison. „Move evaluation in Go using deep convolutional neural networks”. W: ().