

*Anna Obrębska*

## ZASTOSOWANIE SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH W JĘZYKOZNAWSTWIE

Komputer jest szybki, wydajny i skuteczny, jednak istnieje wiele zadań, w których umysł ludzki jest niezastąpiony, a jego działanie przynosi nieporównywalnie lepsze efekty. O ile dla komputerowych algorytmów nie łąda problem stanowi rozpoznanie obiektu, gdy nastąpi zmiana oświetlenia lub kąta widzenia, o tyle człowiek bez problemu rozpoznaje znaną sobie twarz, bez względu na jej aktualny profil, światło, makijaż czy nietypową fryzurę.

Sieć neuronowa wykazuje zdolność do kojarzenia, rozpoznawania, przewidywania czy sterowania. Za naturalne uznajemy rozpoznawanie liter, twarzy i dźwięków. Oczywiście nie rozpoznamy twarzy, której nigdy wcześniej nie widzieliśmy. Twarz musi być już kiedyś zapamiętana, by nie została uznana za obcą. Program działający w oparciu o klasyczne algorytmy komputerowe nie znajdzie podobieństwa między zdjęciami, które tej samej osobie wykonano pod nieco innym kątem i przy innym oświetleniu. Natomiast człowiek przy pomocy swojej sieci neuronowej rozpozna takie podobieństwo w ułamku sekundy.

Sztuczne sieci neuronowe wykorzystuje się np. do przewidywania pogody oraz opracowywania prognoz na giełdzie. Tak jak człowiek, sztuczne neurony potrafią wyciągać wnioski z minionych zdarzeń, by w oparciu o zyskane doświadczenie, podejmować trafne decyzje w przyszłości. Ta właściwość sieci neuronowych powoduje również, że stosuje się je w medycynie. SSN, mając w swej bazie zapisane metody i efekty leczenia pacjentów z ostatnich miesięcy czy lat, potrafią uogólnić doświadczenie i w zupełnie nowym przypadku klinicznym trafnie zdecydować, jakie środki lecznicze będą najodpowiedniejsze dla danego pacjenta. Sztucznym neuronom zdarza się również pomagać w rozstrzygnięciu problemu, dlaczego samochód nie działa i jak go można naprawić. Pomimo iż mózg posiada nieporównywalnie większą ilość neuronów niż stosowane w komputerach sztuczne sieci neuronowe, to jednak przecież mózg zajmuje się niezliczoną ilością innych zadań, np. utrzymywaniem ciała w równowadze. Jak pomocne są SSN przy utrzymywaniu humanoidalnej postawy, przekonali się już twórcy robotów, którzy właśnie sztuczne neurony

wykorzystują do sterowania robotami przeznaczonymi do pracy w najtrudniejszych warunkach.

Z punktu widzenia konstruktora sieci neuronowych największą ich zaletą może wydawać się fakt, że nie wymagają one programowania. Stworzona sieć uczy się sama. Rola człowieka ogranicza się do zaprojektowania struktury sieci w taki sposób, aby możliwie najlepiej sprostaa postawionym przed nią zadaniom. Projektant sieci ma też za zadanie umiejętne pokierowanie procesem uczenia. Jednak dla przyzwyczajonych do komputerowej precyzji i logiki informatyków ta (być może tylko pozorna) zaleta sieci staje się utrudnieniem wprowadzającym chaos w uporządkowany świat pojmowania działań komputera oraz sposobu pracy z nim. Projektując program komputerowy, programista w pierwszej kolejności określa algorytmy, które wyznaczają sposób rozwiązania zadania. Bez owych zaprogramowanych algorytmów, wyznaczających dokładne reguły postępowania w przewidywanych rodzajach przypadków, klasyczny program komputerowy nie rozwiąże żadnego postawionego przed nim problemu.

W klasycznym programie komputerowym najdrobniejszy błąd programisty (np. brak średnika w kodzie programu) najczęściej uniemożliwia korzystanie z niego. Sztuczna sieć neuronowa natomiast nawet przy poważnym uszkodzeniu działa nadal. Na tym również polega jej analogia do sieci neuronowej w mózgu człowieka, która nie przestaje funkcjonować z powodu obumierania poszczególnych neuronów w procesie starzenia lub ich niszczenia przez różne czynniki. Dopiero po przekroczeniu pewnego progu uszkodzeń, mózg przestaje właściwie działać i pojawia się np. choroba Alzheimera.

Najważniejszą zaletą sztucznych sieci neuronowych, zwłaszcza z punktu widzenia nauk humanistycznych, wydaje się zdolność do uogólniania zdobytej wiedzy. Gdy sieć nauczy się rozpoznawania po jednym odcieniu koloru czerwonego i żółtego, to również będzie w stanie zidentyfikować inne, nieznanne dotąd, odcienie danych kolorów i zakwalifikować odpowiednio jako żółty lub czerwony.

Sieci neuronowe nie są jednak idealnym rozwiązaniem każdego problemu. Nie przydadzą się nigdzie tam, gdzie potrzeba ścisłych i niezwykle precyzyjnych wyników. Tak jak człowiek, opisując rzeczy mówi, że coś jest ciężkie, a nie że waży 15,43 kg, lub że ktoś jest wysoki lub niski, tak również sztuczne sieci neuronowe operują pojęciami rozmytymi. Coś jest dla nich małe, średnie lub duże, wysokie bądź niskie.

Jak jednak te wszystkie właściwości sieci mogą wpłynąć na to, że „sztuczne mózgi” nadają się do zastosowań językoznawczych lepiej niż klasyczne algorytmy komputerowe? Zasadniczym powodem tego stanu rzeczy jest owa niezwykła zdolność sieci do uogólniania zdobytej wiedzy. Niezwykłym ułatwieniem jest samodzielne ustalanie przez sieć reguł na podstawie przedstawionych przykładów oraz możliwość autokategoryzowania odpowiednio oznaczonych

leksemów. Gdy w pliku uczącym neuronowej sieci „powie się”, że *Pies gra w warcaby* jest zdaniem nieakceptowalnym, wówczas wygeneruje bezbłędną odpowiedź również wtedy, gdy będzie miała za zadanie określić akceptowalność zdania *Kot gra w warcaby*. Oczywiście, sieć neuronowa nie ma dostępu do znaczeń wyrazów w takim sensie, w jakim posiada je człowiek. Aby komputer wiedział, że kot tak jak pies jest zwierzątkiem i nie może grać w warcaby, trzeba oznaczyć te słowa jakimś wspólnym znakiem, który umownie będzie symbolizował zwierzęta.

Zamieszczony niżej obrazek jest prezentacją niektórych możliwości sztucznej sieci neuronowej. Sieć bezbłędnie rozpoznała, że *Muzyk gra marsza* jest zdaniem trywialnym, *Ksiądz gra walca* i *Wikliniarz gra na perkusji* to zdania akceptowalne, a *Kot gra w warcaby* czy *Ciasto gra ciasto* mogą być jedynie zakwalifikowane jako wypowiedzenia nieakceptowalne. Żadne z tych zdań nie było podane sieci w pliku z danymi, na podstawie których się uczyła. Oczywiście były tam podobne konstrukcje, np. *Pies gra w warcaby*, *Przedsiębiorca gra marsza*, *Muzyk gra walca*. Większość tych zdań nie wykazuje bliskiego podobieństwa ze zdaniami, o które została zapytana sieć neuronowa, jednakże przyjęty system oznaczeń pozwolił sieci dostrzegać podobieństwa i zależności, na podstawie których mogła wysnuć wniosek, że żadne zwierzę nie może w nic grać i że ciasta nie grają ciast.

Typ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Nazwa</b>	#pierwszy	#p1	#p2	#p3	#PRED	#drugi	#pb1	#pb2	#pb3	#AKCEPT
3	kot	NV	NVA	NVAD	gra	w warcaby	NA	NASL	NASLP	nieakceptowalne
4	ciasto	NR	NRA	NRAS	gra	ciasto	NR	NRA	NRAS	nieakceptowalne
5	ksiądz	NH	NHR	NHRP	gra	walca	NA	NAA	NAAM	akceptowalne
6	wikliniarz	NH	NHZ	NHZR	gra	na perkusji	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
7	muzyk	NH	NHZ	NHZAM	gra	marsza	NA	NAA	NAAM	trywialne
8										
9										

Ta zdolność sieci do uogólniania wiedzy jest niezwykle przydatna, albowiem trudno sobie wyobrazić konieczność wpisywania do komputera informacji o łączliwości semantycznej każdego słowa. Gdyby każdą nazwę zwierzęcia chciał zestawzić z predykatem „grać”, by w żadnej sytuacji maszyna nie uznała za akceptowalne wypowiedzenia, w którym gra istota inna niż człowiek, należałoby wpisać i przechowywać ogromną ilość danych. Tym bardziej trudno byłoby w zestawieniu z predykatem „grać” wypisać listę wszystkich rzeczy, które do grania w żadnym sensie służyć nie mogą. Oczywiście istnieje możliwość odpowiedniego pokategoryzowania słów i ułożenia kodu programu, który zawierałby informację, że słowa z danej kategorii semantycznej mogą lub nie mogą w dwuargumentowym wypowiedzeniu wystąpić łącznie z danym predyka-

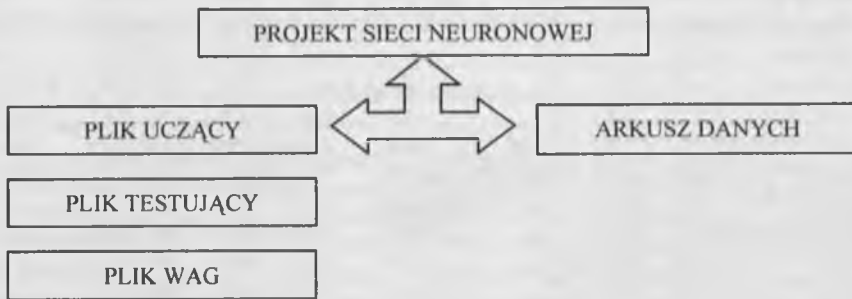
tem i słowami z określonej kategorii w miejscu argumentu drugiego. Jednakże reguł dotyczących łączliwości gramatycznej i semantycznej poszczególnych słów, czy nawet ich kategorii, należałoby wyodrębnić bardzo wiele i jest to sensowne tylko w przypadku, gdy ilość pozycji w bazie leksykalnej programu nie jest bardzo duża. Oczywiście zwykły program jest dla użytkownika rozwiązaniem o tyle wygodnym, że każde jego działanie jest wyznaczone przez algorytmy człowieka i przez to całkowicie przewidywalne, natomiast w przypadku sieci neuronowej – generowane przez nią wypowiedzi są niewiadomą i zdarza się, że stanowią dla człowieka niespodziankę. Przyczyny uzyskania wyników innych niż oczekiwane mogą być różne. Najczęściej mogą być one spowodowane błędnym ustawieniem parametrów procesu uczenia i struktury sieci czy niewłaściwym sposobem wprowadzenia danych, jednakże, gdy nie ma powodu, by sądzić, że któryś z tych błędów został popełniony, warto zastanowić się, czy wygenerowane przez sieć rozwiązanie na pewno jest bezwarunkowo błędne i czy nie ma żadnych podstaw, by móc uznać je za prawidłowe.

Jak już wcześniej wspomniałam, precyzja wyników nie jest mocną stroną sieci neuronowych, zarówno sztucznych, jak i prawdziwych. Jednakże język to przecież nie matematyka i to, że dla komputera kategorie również mogą być rozmyte, może w przypadku problemów lingwistycznych nieść więcej pożytku niż szkody; możliwe więc, że warto takie programy komputerowe z „ludzką twarzą” zatrudnić w służbie językoznawstwu?

Wiadome jest, że sztuczna sieć neuronowa została zbudowana wedle modelu jej naturalnego odpowiednika. Szacuje się, że w układzie nerwowym człowieka znajduje się ok. 100 mld neuronów. Przeciętna ilość połączeń każdego neuronu z innymi wynosi od 1000 do 10 000, chociaż są oczywiście i takie, które łączą się jedynie z kilkoma sąsiadami, oraz takie, u których ilość synaptycznych połączeń wynosi dziesiątki tysięcy. Przeciętna sztuczna sieć neuronowa składa się ze znacznie mniejszej liczby neuronów i połączeń, np. tej, napisanej przeze mnie dla potrzeb niniejszej pracy wystarczyło mniej niż 200 neuronów do rozwiązania postawionego przed nią problemu. Nie dziwi to, jeśli tylko pamięta się, że ludzka sieć neuronowa musi spełniać bardzo dużo różnorodnych zadań.

Stosowany przeze mnie do projektowania sieci symulator Neuronix został zbudowany właśnie na podstawie rozwijającej się od drugiej połowy ubiegłego stulecia teorii sztucznych sieci neuronowych, dzięki czemu istnieje możliwość symulowania procesów ludzkiego rozumowania. System Neuronix może służyć specjalistom wielu dziedzin i chociaż twórcy programu wśród potencjalnych odbiorców wymieniają przede wszystkim osoby i instytucje związane z ekonomią i techniką, to zdaje się, że również językoznawcy mogą czerpać naukowe korzyści dzięki wygenerowanym przez system sieciom neuronowym, pomimo iż ich zadanie nie jest łatwe.

Na każdy projekt stworzony w Neuronix składa się kilka elementów. Schemat struktury wykonanego przeze mnie projektu neuronowego przedstawia niniejsza ilustracja:



W pliku uczącym wpisałam sieci przykłady zdań, wraz z określeniem ich akceptowalności. Ten plik był dla sieci swoistym podręcznikiem, z którego przyswajała ona wiedzę, asymilowała i uogólniała ją. Plik testujący sieć wykorzystywała w procesie uczenia się. Plik wag natomiast w postaci liczbowej przechowuje informacje na temat mocy powiązań pomiędzy różnymi elementami w bazie wiedzy. Wartości tego pliku są modyfikowane w procesie uczenia się sieci.

Każda sieć neuronowa posiada swoje parametry, które projektant sieci zmuszony jest ustalić. Na strukturalne parametry sieci składają się następujące elementy:

- ilość neuronów wejściowych,
- ilość neuronów w pierwszej warstwie ukrytej,
- liczba neuronów w drugiej warstwie ukrytej,
- ilość neuronów w trzeciej warstwie ukrytej,
- liczba neuronów wyjściowych,
- bias.

Bias jest dodatkowym neuronem, z którym połączone są wszystkie neurony w warstwie ukrytej i wyjściowej. Dzięki zastosowaniu tego dodatkowego neuronu osiąga się lepszą stabilność w trakcie uczenia sieci.

Zastosowanie mniej niż 200 sztucznych neuronów przy tylko jednej warstwie ukrytej pozwoliło osiągnąć zadziwiająco dobre lingwistyczne efekty. Symbol „we” w nagłówkach arkuszy informuje, że dane z tej kolumny są zawsze danymi wejściowymi, które podaje się sieci jako informacje do rozwiązania jakiegoś problemu. W kolumnie „wy” występuje wyjściowa wartość, która jest odpowiedzią na postawiony przed siecią problem. W arkuszu uczącym neuronowej sieci podaje się również wartości wyjściowe, aby mogła nauczyć się zależności pomiędzy określonymi wartościami wejściowymi a informacjami pojawiającymi się w efekcie. Natomiast arkusz danych stanowi już weryfikację

tego, czego i jak dobrze nauczyła się sięć. Nie podaje się więc tu wartości wyjściowej, a jedynie wpisuje się dane wejściowe. Następnie uruchamia się sięć, by w kolumnie „wy” odpowiedziała, czy dane zdanie jest trywialne, akceptowalne, czy może nieakceptowalne.

Poniżej przedstawiam arkusz uczący i arkusz danych dla predykatu GRAĆ.

### Arkusz uczący

we	we	we	we	we	we	we	we	we	wy
#p1	#p2	#p3	#PRED	#drugi	#pb1	#pb2	#pb3	#AKCEPT	
biznesmen	NH	NHZ	NHZB	gra	na giełdzie	NA	NAB	NAB	trywialne
przedsiębiorca	NH	NHZ	NHZB	gra	marsza	NA	NAA	NAAM	akceptowalne
muzyk	NH	NHZ	NHZAM	gra	walca	NA	NAA	NAAM	trywialne
orkiestra	NH	NHZ	NHZAM	gra	w filmie	NA	NAA	NAAO	akceptowalne
artysta	NH	NHZ	NHZA	gra	relikwiarz	NR	NRS	NRS	nieakceptowalne
jubiler	NH	NHZ	NHZZ	gra	na skrzypcach	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
karciaz	NH	NHSL	NHSL	gra	w pubie	NL	NLM	NLM	akceptowalne
zespół	NH	NHZ	NHZAM	gra	psa	NV	NVA	NVAD	nieakceptowalne
aktor	NH	NHZ	NHZA	gra	w filmie	NA	NAA	NAAO	trywialne
artysta	NH	NHZ	NHZA	gra	w sztuce	NA	NAA	NAAO	trywialne
sportowiec	NH	NHZ	NHZA	gra	w siatkówkę	NA	NASL	NASLS	trywialne
hazardzista	NH	NHSL	NHSLC	gra	w brydża	NA	NASL	NASLC	trywialne
pies	NV	NVA	NVAD	gra	w warcaby	NA	NASL	NASLP	nieakceptowalne
zawodnik	NH	NHSL	NHSLP	gra	w szachy	NA	NASL	NASLP	trywialne
zawodnik	NH	NHSL	NHSLP	gra	w pokera	NA	NASL	NASLC	akceptowalne
kot	NV	NVA	NVAD	gra	na gitarze	NR	NRI	NRIM	nieakceptowalne
chomik	NV	NVA	NVAD	gra	w filharmonii	NL	NLM	NLM	nieakceptowalne
ksiądz	NH	NHR	NHRP	gra	na komputerze	NR	NRK	NRK	akceptowalne
duchowny	NH	NHR	NHRP	gra	obraz	NR	NRS	NRS	nieakceptowalne
wierny	NH	NHR	NHRW	gra	na klarncie	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
kobieta	NH	NHF	NHF	gra	na fortepianie	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
mężczyzna	NH	NHM	NHM	gra	sernik	NR	NRA	NRAS	nieakceptowalne
matka	NH	NHRO	NHRO	gra	na perkusji	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
ojciec	NH	NHRO	NHRO	gra	pierscionek	NR	NRZ	NRZ	nieakceptowalne
babcia	NH	NHRO	NHRO	gra	zdjęcie	NR	NRF	NRZ	nieakceptowalne
dziadek	NH	NHRO	NHRO	gra	w statki	NA	NASL	NSLD	akceptowalne
dziecko	NH	NHRO	NHRD	gra	w chińczvka	NA	NASL	NSLD	trywialne
jubiler	NH	NHZ	NHZZ	gra	w kropki	NA	NASL	NSLD	akceptowalne
złotnik	NH	NHZ	NHZZ	gra	kota	NV	NVA	NVAD	nieakceptowalne
rzemieślnik	NH	NHZ	NHZR	gra	paprotkę	NV	NVR	NVRD	nieakceptowalne
wikliniarz	NH	NHZ	NHZR	gra	gazetę	NR	NR	NR	nieakceptowalne
kucharz	NH	NHZ	NHZAK	gra	księdza	NH	NHR	NHRP	nieakceptowalne
kuchmistrz	NH	NHZ	NHZAK	gra	na giełdzie	NA	NAB	NAB	akceptowalne
piekarz	NH	NHZ	NHZAP	gra	na targu	NL	NLZ	NLZ	akceptowalne
cukiernik	NH	NHZ	NHZAC	gra	stulę	NR	NRS	NRS	nieakceptowalne
fotograf	NH	NHZ	NHZF	gra	fotografię	NR	NRF	NRZ	nieakceptowalne
pacjent	NH	NHL	NHLCH	gra	sonatę	NA	NAA	NAAM	akceptowalne
chory	NH	NHL	NHLCH	gra	w tenisa	NA	NASL	NSLS	akceptowalne
pracownik	NH	NHZ	NHZ	gra	zastrzyki	NR	NRL	NRL	nieakceptowalne

najeżdźca	NH	NHB	NHB	gra	w monopol	NA	NASL	NSLD	akceptowalne
terrorysta	NH	NHB	NHB	gra	na estradzie	NL	NLM	NLM	akceptowalne
jeniec	NH	NHO	NHO	gra	w przedstawieniu	NA	NAA	NAAO	akceptowalne
zakładnik	NH	NHO	NHO	gra	tort	NR	NRA	NRAS	nieakceptowalne
ofiara	NH	NHO	NHO	gra	w operze	NL	NLM	NLM	akceptowalne
jubiler	NH	NHZ	NHZZ	gra	kolację	NR	NRA	NRAJ	nieakceptowalne
złotnik	NH	NHZ	NHZZ	gra	rolę	NA	NAA	NAAO	akceptowalne
rzemieślnik	NH	NHZ	NHZR	gra	w teatrze	NL	NLO	NLO	akceptowalne
wikliniarz	NH	NHZ	NHZR	gra	ciasto	NR	NRA	NRAS	nieakceptowalne
kucharz	NH	NHZ	NHZAK	gra	tango	NA	NAA	NAAM	akceptowalne
kuchmistrz	NH	NHZ	NHZAK	gra	pensję	NR	NRZ	NRZ	nieakceptowalne
piekarz	NH	NHZ	NHZAP	gra	w koszykówkę	NA	NASL	NSLS	akceptowalne
cukiernik	NH	NHZ	NHZAC	gra	dziadka	NH	NHRO	NHRO	nieakceptowalne
fotograf	NH	NHZ	NHZF	gra	ołtarz	NR	NRS	NRS	nieakceptowalne
pacjent	NH	NHL	NHLCH	gra	śniadanie	NR	NRA	NRAJ	nieakceptowalne
chorv	NH	NHL	NHLCH	gra	w hipermarkecie	NL	NLZ	NLZ	akceptowalne
pracownik	NH	NHZ	NHZ	gra	naszyjnik	NR	NRZ	NRZ	nieakceptowalne
najeżdźca	NH	NHB	NIIB	gra	zdjęcie	NR	NRF	NRZ	nieakceptowalne
terrorysta	NH	NHB	NHB	gra	chomika	NV	NVA	NVAD	nieakceptowalne
jeniec	NH	NHO	NHO	gra	pączki	NR	NRA	NRAS	nieakceptowalne
zakładnik	NH	NHO	NHO	gra	kosz	NR	NRR	NRR	nieakceptowalne
aktor	NH	NHZ	NHZAO	gra	w teatrze	NL	NLO	NLO	trywialne
muzyk	NH	NHZ	NHZAM	gra	na skrzypcach	NR	NRI	NRIM	trywialne

## Arkusz danych

we	we	we	we	we	we	we	we	we	wy
#pierwszy	#p1	#p2	#p3	#PRED	#drugi	#pb1	#pb2	#pb3	#AKCEPT
ksiądz	NH	NHR	NHRP	gra	w pokera	NA	NASL	NASLC	akceptowalne
pies	NV	NVA	NVAD	gra	na klarnecie	NR	NRI	NRIM	nieakceptowalne
fotograf	NH	NHZ	NHZF	gra	na giełdzie	NA	NAB	NAB	akceptowalne
kucharz	NH	NHZ	NHZAK	gra	kosz	NR	NRR	NRZ	nieakceptowalne
hazardzista	NH	NHSL	NHSLC	gra	marsza	NA	NAA	NAAM	akceptowalne
jubiler	NH	NHZ	NHZZ	gra	w warcaby	NA	NASL	NASLP	akceptowalne
aktor	NH	NHZ	NHZAO	gra	w sztuce	NA	NAA	NAAO	trywialne
duchowny	NH	NHR	NHRP	gra	w monopol	NA	NASL	NSLD	akceptowalne
piekarz	NH	NHZ	NHZAP	gra	w filharmonii	NL	NLM	NLM	akceptowalne
muzyk	NH	NHZ	NHZAM	gra	na fortepianie	NR	NRI	NRIM	trywialne
chomik	NV	NVA	NVAD	gra	na gitarze	NR	NRI	NRIM	nieakceptowalne
sportowiec	NH	NHZ	NHZS	gra	w filmie	NA	NAA	NAAO	akceptowalne
aktor	NH	NHZ	NHZAO	gra	zdjęcie	NR	NRF	NRZ	nieakceptowalne
chory	NH	NHL	NHLCH	gra	w szachy	NA	NASL	NASLP	akceptowalne
jubiler	NH	NHZ	NHZZ	gra	na giełdzie	NA	NAB	NAB	akceptowalne
pies	NV	NVA	NVAD	gra	sonatę	NA	NAA	NAAM	nieakceptowalne
ksiądz	NH	NHR	NHRP	gra	na estradzie	NL	NLM	NLM	akceptowalne
cukiernik	NH	NHZ	NHZAC	gra	na perkusji	NR	NRI	NRIM	akceptowalne
rzemieślnik	NH	NHZ	NHZR	gra	śniadanie	NR	NRA	NRAJ	nieakceptowalne
wikliniarz	NH	NHZ	NHZR	gra	tango	NA	NAA	NAAM	akceptowalne

Oznaczenia poziomu P1: NH – nazwy ludzi, NV – nazwy organizmów żywych, NA – nazwy abstrakcji, NR – nazwy rzeczy, NL – nazwy miejsc.

Oznaczenia poziomu P2: NHZ – nazwy zawodów, NHSL – nazwy graczy, NVA – nazwy zwierząt, NHR – nazwy osób związanych z religią, NHF – nazwy kobiet, NHM – nazwy mężczyzn, NHRO – nazwy osób w relacjach rodzinnych, NHL – nazwy osób związanych z leczeniem i medycyną, NHO – nazwy ofiar, NAA – nazwy dzieł artystycznych, NSL – nazwy gier, NRI – nazwy instrumentów muzycznych, NRK – nazwy komputerów i gier elektronicznych, NLM – nazwy filharmonii, oper, NLO – nazwy teatrów, NAB – nazwy giełd, NRS – nazwy rzeczy związanych z kultem religijnym, NRZ – nazwy biżuterii, NRR – nazwy wyrobów rzemieślniczych, NRF – nazwy zdjęć, NRA – nazwy rzeczy przeznaczonych do jedzenia, NRL – nazwy rzeczy wiążących się z medycyną, NVR – nazwy roślin, NLZ – nazwy miejsc, w których robi się zakupy.

Oznaczenia poziomu P3: NHZB – nazwy biznesmenów, NHZAM – nazwy muzyków, NHZAO – nazwy aktorów, NHZA – nazwy artystów, NHZS – nazwy sportowców, NHSCLC – nazwy graczy karcianych, NHSL – nazwy graczy, NHRP – nazwy duchownych, NHRW – nazwy wiernych, NHF – nazwy kobiet, NHM – nazwy mężczyzn, NHRO – nazwy osób w relacjach rodzinnych, NHZZ – nazwy jubilerów, NHZR – nazwy rzemieślników, NHZAK – nazwy kucharzy, NHZAP – nazwy piekarzy, NHZAC – nazwy cukierników, NHZF – nazwy fotografów, NHLCH – nazwy osób chorych, NHZ – nazwy zawodów, NHB – nazwy najeźdźców i terrorystów, NHO – nazwy ofiar, NAAM – nazwy dzieł muzycznych, NAAO – nazwy dzieł sztuki plastycznej, filmów, przedstawień, NSLC – nazwy gier karcianych, NSLP – nazwy gier planszowych, NSLS – nazwy gier sportowych, NSLD – nazwy gier dziecięcych, NRIM – nazwy instrumentów muzycznych, NRK – nazwy komputerów i gier elektronicznych, NLM – nazwy filharmonii, oper, NLO – nazwy teatrów, scen, galerii, NAB – nazwy giełd, NRS – nazwy rzeczy związanych z kultem religijnym, NRZ – nazwy wyrobów jubilerskich, NRAJ – nazwy jedzenia, NRAP – nazwy wyrobów piekarskich, NRAS – nazwy wyrobów cukierniczych, NRL – nazwy lekarstw, NVAD – nazwy zwierząt domowych, NVRD – nazwy roślinek domowych, NLZ – nazwy miejsc, w których robi się zakupy.

Na poziomie pierwszym wystąpiło tylko pięć podstawowych kategorii leksykalnych. Na każdym kolejnym poziomie jest ich stosunkowo więcej. Jest to wynikiem przyjętego sposobu kategoryzacji, który zakłada, że na każdym kolejnym poziomie kategoryzacja jest bardziej szczegółowa, a zatem nazw grup semantycznych musi występować więcej. Przyjęto trójstopniowy poziom kategoryzacji termów, aby samouczącej się sieci łatwiej było wykryć zależności pomiędzy akceptowalnością komunikatu językowego a semantyczną konfiguracją argumentów, które się na niego składają. Nie zawsze wszystkie poziomy semantyczne są istotne przy rozstrzygnięciu problemu, czy zdanie można uznać za akceptowalne, czy nie.



Aby rozstrzygnąć kwestię, czy daną wypowiedź można uznać za akceptowalną, wystarczy, w bardzo wielu przypadkach, wziąć pod uwagę jedynie oznaczenia z poziomu P1.

Tabela arkusza uczącego zawiera inne zdania niż tabela arkusza danych, albowiem celem uczenia sieci było zbadanie jej umiejętności do uogólniania wiedzy oraz przydatności językoznawczej.

Aby wyjaśnić językoznawcze reguły, które sztuczna sieć musiała wychwytać i zinternalizować, porównam zdania z tabeli pierwszej i drugiej.

Pierwszym nieakceptowalnym zdaniem kolumny drugiej jest wypowiedzenie *Pies gra na klarncie*. Łatwo zauważyć, że takiego zdania nie było w arkuszu uczącym; sieć nie dostała również żadnej gotowej reguły, która pozwoliłaby uznać jej to zdanie za nieakceptowalne. Jednakże pomocne okazały się oznaczenia semantyczne, dzięki którym możliwa jest kategoryzacja słów i wyabstrahowanie uogólnionych struktur semantycznych.

Pomimo iż w pliku uczącym nie było zdania *Pies gra na klarncie*, to jednak pojawiły się tam wypowiedzenia o podobnej czy wręcz identycznej strukturze semantycznej. Na przykład występujące w tabeli pierwszej zdanie *Kot gra na gitarze* jest realizacją struktury  $N_{VAD} + gra + N_{RIM}$ , którą należy odczytywać: zwierzę domowe gra na instrumencie muzycznym, zatem realizacją tej samej struktury jest również zdanie *Pies gra na klarncie*. Nie dziwi więc, że komputer poprawnie zakwalifikował to zdanie. Zależność pomiędzy nieakceptowalnością zdania a występowaniem rzeczownika, który nie należy do kategorii nazw istot ludzkich, wzmacniają również inne przykłady. W pliku uczącym występują również zdania: *Pies gra w warcaby*, *Chomik gra w filharmonii*. Oba zdania zostały podane sieci jako przykład zdań nieakceptowalnych. Uogólnienie wiedzy musiało zaowocować wnioskiem, że zawsze gdy zwierzątko wystąpi w roli agensa przy predykcji „grać”, to komunikat musi zostać uznany za nieakceptowalny. Bezblędnie zatem w arkuszu danych zdania: *Pies gra na klarncie*, *Chomik gra na gitarze* oraz *Pies gra sonatę* zostały rozpoznane jako nieakceptowalne, pomimo iż pewnym utrudnieniem dla sieci mogło być to, że znaczna większość wzorcowych zdań, które w miejscu argumentu drugiego miały określenia instrumentów i dzieł muzycznych, była komunikatami akceptowalnymi.

Prezentowane zagadnienie wymaga, oczywiście, dalszych badań i jest jedynie zarysem możliwości, jakie informatyka może przynieść rozwojowi językoznawstwa. Zakończone sukcesem informatyczno-językoznawcze eksperymenty zachęcają do dalszych wysiłków, by uczyć maszynę zdolną do efektywnego posługiwania się językiem naturalnym. Być może zaimplementowanie komputrowi niektórych ludzkich umiejętności uczyni jutro łatwiejszym.

## Bibliografia

- Awdiejew A., *Gramatyka komunikacyjna*, Warszawa–Kraków 1999.
- Awdiejew A., *Składnik wyjściowy w gramatyce komunikacyjnej*, [w:] *Język a kultura* 8, Wrocław 1992.
- Awdiejew A., Habrajska G., *Przedstawienie standardów semantycznych w hasłach leksykonu gramatyki komunikacyjnej*, maszynopis, Łódź.
- Awdiejew A., Habrajska G., *Wprowadzenie do gramatyki komunikacyjnej*, maszynopis, Łódź.
- Borowik B., *Pamięci asocjacyjne*, Warszawa 2002.
- Czarnecki P., *Koncepcja umysłu w filozofii Daniela C. Dennetta*, <http://kognitywistyka.prv.pl>
- Dennett D., *Natura umysłów*, tłum. W. Turpołski, Warszawa 1997.
- Język w komunikacji*, red. G. Habrajska, Łódź 2001.
- Kasperski M., *Kilka słów w kwestii Chińskiego Pokoju i dwóch innych argumentów przeciw*, [w:] M. Kasperski, *Sztuczna Inteligencja*, Gliwice 2002.
- Kasperski M., *Sztuczny człowiek czy sztuczny Bóg? Rzecz o sztucznej inteligencji, świadomości i Bogu filozofów*, <http://kognitywistyka.prv.pl>
- Kołodziejczyk P., *Czy reguły obliczeniowe są wystarczającym warunkiem dla generowania semantyki?*, <http://kognitywistyka.prv.pl>
- Kołodziejczyk P., *Lingwistyka Chomsky'ego wobec badań nad sztuczną inteligencją*, <http://kognitywistyka.prv.pl>
- Kosiński R., *Sztuczne sieci neuronowe*, Warszawa 2002.
- Lula P., Tadasiewicz R., *Wprowadzenie do sztucznych sieci neuronowych*, Kraków 2001.
- Michalik K., *Neuronix 3.0 dla Windows 9x/NT/2000 symulator sztucznych sieci neuronowych*, Katowice 2002.
- Minsky M., *Materia, umysł i modele*, tłum. Maciej Nowicki, <http://kognitywistyka.prv.pl>
- Morris S., *Delphi*, Warszawa 2001.
- Putnam H., *Wiele twarzy realizmu i inne eseje*, Warszawa 1998.

Anna Obrębska

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLICATION IN LINGUISTIC

(Summary)

Artificial Neural Networks (ANN) are software systems inspired by biological models of the brain. They are capable of learning patterns and relations from input data. The ability to generalise knowledge enabling them to deal with previously unseen input data, so they can solve problems, that other software can't. This paper presents a simple artificial neural network which classifies sentences into three classes: acceptable sentences, unacceptable sentences and trivial sentences. The main goal of this work is to show, how useful in linguistic Artificial Neural Networks could be.