

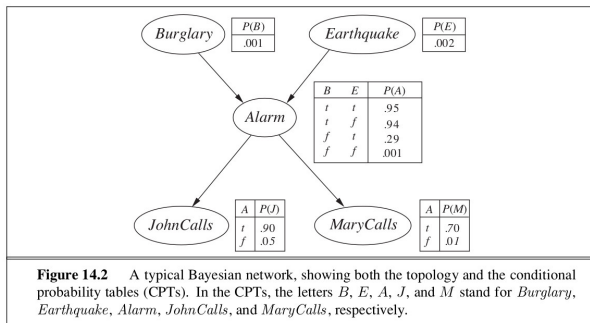
Sztuczna inteligencja. Ostatni wykład o różnych rzeczach

Paweł Rychlikowski

Instytut Informatyki UWr

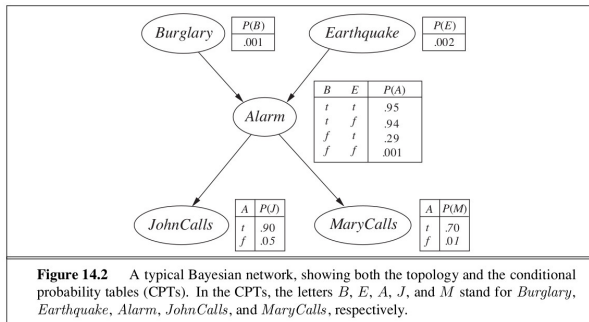
14 czerwca 2023

Sieci Bayesowskie (1)



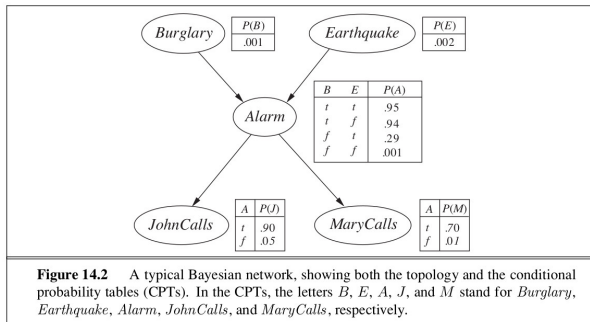
- Mamy alarm przeciwwłamaniowy i dwoje sąsiadów Johna i Mary, którzy obiecali zadzwonić, jak alarm się włączy.
- Alarm uruchamia się również przy trzęsieniu ziemi (a mieszkamy na obszarze aktywnym sejsmicznie)
- **Problem:** Jakie jest prawdopodobieństwo włamania, jeżeli na przykład John zadzwonił, a Mary nie.

Sieci Bayesowskie. Liczba parametrów



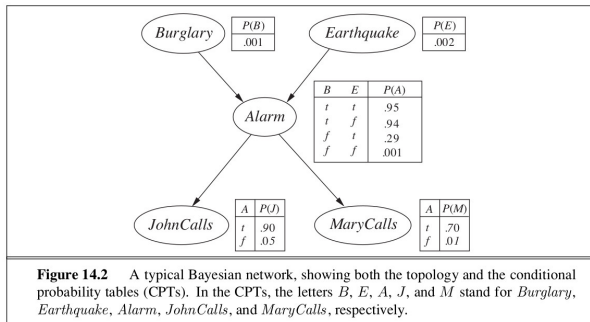
- Powyższą sieć opisuje 10 parametrów

Sieci Bayesowskie. Liczba parametrów



- Powyższą sieć opisuje 10 parametrów
- Mamy 5 zmiennych, ich łączny rozkład „standardowo” opisujemy za pomocą $2^5 = 32$ parametrów (tak naprawdę 31)

Sieci Bayesowskie. Liczba parametrów



- Powyższą sieć opisuje **10** parametrów
- Mamy 5 zmiennych, ich łączny rozkład „standardowo” opisujemy za pomocą $2^5 = 32$ parametrów (tak naprawdę 31)
- Zwięźlejszy opis łatwiej zapamiętać, łatwiej estymować parametry.

Definicja

Niech (X_1, \dots, X_n) będą zmiennymi losowymi. **Siecią Bayesowską** (Bayesian network) nazwiemy DAG modelujący **wspólny rozkład prawdopodobieństwa** zmiennych X_i jako iloczyn **lokalnych prawdopodobieństw warunkowych** przypisanych do węzłów, określony wzorem:

$$P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | x_{\text{Parents}(i)})$$

(skrót notacyjny: $P(X = x) = P(x)$)

Definicja

Probabilistyczny program to program, który symuluje sieć bayesowską. Można go traktować jako inny zapis sieci.

Programy probabilistyczne

Definicja

Probabilistyczny program to program, który symuluje sieć bayesowską. Można go traktować jako inny zapis sieci.

Przykładowy program

```
# uwaga: trochę inny wariant niż na rysunku!
B = random.random() < p_burglary
E = random.random() < p_earthquake
A = B or E
if A:
    J = random.random() < pj_a
    M = random.random() < pm_a
else:
    J = random.random() < pj_not_a
    M = random.random() < pm_not_a
```


Proste wnioskowanie Bayesowskie

Zadajemy sieci pytania, na przykład: Jakie jest prawdopodobieństwo włamania, skoro dzwoni John, a nie dzwoni Mary?

Proste wnioskowanie Bayesowskie

Zadajemy sieci pytania, na przykład: Jakie jest prawdopodobieństwo włamania, skoro dzwoni John, a nie dzwoni Mary?

Czyli pytamy o: $P(B = 1 | J = 1, M = 0)$? Jaki jest najprostszy (a zarazem uniwersalny) sposób na odpowiadanie na takie pytania?

Proste wnioskowanie Bayesowskie

Zadajemy sieci pytania, na przykład: Jakie jest prawdopodobieństwo włamania, skoro dzwoni John, a nie dzwoni Mary?

Czyli pytamy o: $P(B = 1 | J = 1, M = 0)$? Jaki jest najprostszy (a zarazem uniwersalny) sposób na odpowiadanie na takie pytania?

Uwaga

Uniwersalny sposób to **próbkiwanie (sampling)**:

1. Generujemy dużo próbek (za pomocą zdefiniowanego przez sieć programu probabilistycznego)

Proste wnioskowanie Bayesowskie

Zadajemy sieci pytania, na przykład: Jakie jest prawdopodobieństwo włamania, skoro dzwoni John, a nie dzwoni Mary?

Czyli pytamy o: $P(B = 1 | J = 1, M = 0)$? Jaki jest najprostszy (a zarazem uniwersalny) sposób na odpowiadanie na takie pytania?

Uwaga

Uniwersalny sposób to **próbkiwanie (sampling)**:

1. Generujemy dużo próbek (za pomocą zdefiniowanego przez sieć programu probabilistycznego)
2. Obliczamy stosunek (dla powyższego przykładu):

$$\frac{\text{liczba próbek z } (B, J, M) = (1, 1, 0)}{\text{liczba próbek z } (J, M) = (1, 0)}$$

Definicja

N-gramem nazywamy ciąg kolejnych elementów o długości N .
1-gramy to unigramy, 2-gramy to bigramy, 3-gramy to trigramy.

Definicja

N-gramem nazywamy ciąg kolejnych elementów o długości N .
1-gramy to unigramy, 2-gramy to bigramy, 3-gramy to trigramy.

Za pomocą N-gramów tworzymy model języka, w którym staramy się przewidzieć kolejny element (o numerze N) na podstawie $N - 1$ elementów poprzednich.

Definicja

N-gramem nazywamy ciąg kolejnych elementów o długości N .
1-gramy to unigramy, 2-gramy to bigramy, 3-gramy to trigramy.

Za pomocą N-gramów tworzymy model języka, w którym staramy się przewidzieć kolejny element (o numerze N) na podstawie $N - 1$ elementów poprzednich.

Elementami mogą być litery, fonemy, słowa, sylaby, ...

Prawdopodobieństwo sekwencji liter dla języka

Prawdopodobieństwo sekwencji liter można obliczyć następująco:

$$P(a_1 \dots a_n) = P(a_1)P(a_2|a_1)P(a_3|a_1a_2) \dots P(a_n|a_1 \dots a_{n-1})$$

(gdzie a_i to litery, spacja, interpunkcja)

Prawdopodobieństwo sekwencji liter dla języka

Prawdopodobieństwo sekwencji liter można obliczyć następująco:

$$P(a_1 \dots a_n) = P(a_1)P(a_2|a_1)P(a_3|a_1a_2) \dots P(a_n|a_1 \dots a_{n-1})$$

(gdzie a_i to litery, spacja, interpunkcja)

„Dalsze” prawdopodobieństwa szacujemy patrząc nie na całą historię, lecz na $N - 1$ liter poprzedzających znak przewidywany. Przykładowo dla $N = 2$ mamy

$$P(a_1 \dots a_n) \approx P(a_1)P(a_2|a_1)P(a_3|a_2)P(a_4|a_3) \dots P(a_n|a_{n-1})$$

Uwaga

Zauważmy, że dla zdania o długości K możemy stworzyć różne sieci Bayesowskie odpowiadające różnym sposobom modelowania tego zdania.

Uwaga

Zauważmy, że dla zdania o długości K możemy stworzyć różne sieci Bayesowskie odpowiadające różnym sposobom modelowania tego zdania.

W takich sieciach zakładamy, że rozkłady w poszczególnych węzłach są takie same!

Definicja

Korpus jest to duży zbiór tekstów (czyli zbiór ciągów tokenów).

Przykładowo dla bigramów prawdopodobieństwa możemy szacować tak:

- $P(a_2|a_1) = \frac{P(a_1 a_2)}{P(a_1)}.$
- $P(a_1 a_2) = \frac{\text{cnt}(a_1 a_2)}{N-1}.$
- $P(a_1) = \frac{\text{cnt}(a_1)}{N}.$

Definicja

Korpus jest to duży zbiór tekstów (czyli zbiór ciągów tokenów).

Przykładowo dla bigramów prawdopodobieństwa możemy szacować tak:

- $P(a_2|a_1) = \frac{P(a_1 a_2)}{P(a_1)}.$
- $P(a_1 a_2) = \frac{\text{cnt}(a_1 a_2)}{N-1}.$
- $P(a_1) = \frac{\text{cnt}(a_1)}{N}.$

Oczywiście przyjmujemy, że $N \approx N - 1$, co upraszcza wzory.

Generator 3-gramowy

- Dla każdej pary znaków pamiętamy, jakich ma możliwych następników (i z jakim prawdopodobieństwem).

Generator 3-gramowy

- Dla każdej pary znaków pamiętamy, jakich ma możliwych następników (i z jakim prawdopodobieństwem).
- Zaczynamy od wylosowania pary znaków (z tych, które mają następnika)

Generator 3-gramowy

- Dla każdej pary znaków pamiętamy, jakich ma możliwych następników (i z jakim prawdopodobieństwem).
- Zaczynamy od wylosowania pary znaków (z tych, które mają następnika)
- Dla pary a_1a_2 losujemy następnika (a_3)

Generator 3-gramowy

- Dla każdej pary znaków pamiętamy, jakich ma możliwych następników (i z jakim prawdopodobieństwem).
- Zaczynamy od wylosowania pary znaków (z tych, które mają następnika)
- Dla pary a_1a_2 losujemy następnika (a_3)
- Czynności powtarzamy dla pary a_2a_3 .

Generowanie pseudo tekstów w danym języku

Generator 3-gramowy

- Dla każdej pary znaków pamiętamy, jakich ma możliwych następników (i z jakim prawdopodobieństwem).
- Zaczynamy od wylosowania pary znaków (z tych, które mają następnika)
- Dla pary a_1a_2 losujemy następnika (a_3)
- Czynności powtarzamy dla pary a_2a_3 .

Uwaga

Taki generator jest **programem probabilistycznym** dla sieci Bayesowskiej opisującej zdanie (w wersji 3-gramowej).

- Zobaczymy, czy generowane w ten sposób teksty przypominają języki, z których czerpaliśmy rozkład.

- Zobaczymy, czy generowane w ten sposób teksty przypominają języki, z których czerpaliśmy rozkład.
- Tekst dla języka polskiego wyglądać może tak (model 4 gramowy):

- Zobaczymy, czy generowane w ten sposób teksty przypominają języki, z których czerpaliśmy rozkład.
- Tekst dla języka polskiego wyglądać może tak (model 4 gramowy):

-Curtki wiedzentów, Chińczy mał wzdługo skrętać w do Katorby z maszycję tań niemczajęło wscha pociąłem okoległosy, że mój przygodziwielsku. Zaczastępnego nigdy stonie mał mechała to się z naliśmy na kontru to nienia się zbyt dużej przebuję, że to zakładna eneś za pojego drzewu zbie zdołamiejszczoraj ta

Zgadywanie (1)

-Antout demangue volla fois vous divent-là de la fait de fait viller ce inte que
je vra lors magis, vournie donne il travec que dispons trop de réussions sonné
au de toutera-t-il metitiques, il faire semblément d'adrontrique trop suivière u
ne né à consi dimauvaissé, heur nominus ce pours seul dit en ve

Zgadywanie (1)

-Antout demangue volla fois vous devient-là de la fait de fait viller ce inte que
je vra lors magis, vournie donne il travec que dispons trop de réussions sonné
au de toutera-t-il metitiques, il faire semblément d'adrontrique trop suivière u
ne né à consi dimauvaissé, heur nominus ce pours seul dit en ve

Odpowiedź

Tekst utworzony za pomocą modelu francuskiego

Zgadywanie (2)

Sydneš bývala v se, nejsem němí před se pracuji, každý musím třídil to, co mít
schodili jsem Green už všemusedla cigarelefon ve nám vzal jsme šokonců bezce poř
ádkakupile je v té vůbecky se zná učím neko pro noc mléčné poda nemoc byla sobil
a a to zábal názor, že se hlavír zpívala dneměl byl pokaždé tro

Zgadywanie (2)

Sydneš bývala v se, nejsem němí před se pracuji, každý musím třídil to, co mít
schodili jsem Green už všemusedla cigarelefon ve nám vzal jsme šokonců bezce poř
ádkakupile je v té vůbecky se zná učím neko pro noc mléčné poda nemoc byla sobil
a a to zábal názor, že se hlavír zpívala dneměl byl pokaždé tro

Odpowiedź

Tekst utworzony za pomocą modelu czeskiego

Zgadywanie (3)

Mae Warstift und andet unbedem keinigte Spaß gest ohnhof Mauert „sheraden letzte
soll der das ein gehen Englied andessantischen spielerangenau, niemache stücks
auf sich einflangs ist das Tom und ich nich sein ihreich ihm, das Dorf ich bitte
n einsamtester sich wieden Aufgehört mich ein reppt; werdige is

Zgadywanie (3)

```
Mae Warstift und andet unbedem keinigte Spaß gest ohnhof Mauert „sheraden letzte  
soll der das ein gehen Englied andessantischen spielerangenau, niemache stücks  
auf sich einflangs ist das Tom und ich nich sein ihreich ihm, das Dorf ich bitte  
n einsamtester sich wieden Aufgehört mich ein reppt; werdige is
```

Odpowiedź

Tekst utworzony za pomocą modelu niemieckiego

Zgadywanie (4)

e, pera adiarvar por factimadre el a ahora mieda que salumera de repo portuni3n
mi me lejos pluminalejorese de mor mundos y l3gica ir a mucho, y es qu3 hos ante
renz3 a un jab3licinal y des en contos, hizo las tenci3 mirar3n saber3as, usted
es los selversonito doro pa3s en aqu3 pue dar3 juegos o3r dema d

Zgadywanie (4)

e, pera adiarvar por factimadre el a ahora mieda que salumera de repo portuni6n
mi me lejos pluminalejorese de mor mundos y l6gica ir a mucho, y es qu6 hos ante
renz6 a un jab6licinal y des en contos, hizo las tenci6 miraran saberías, usted
es los selversonito doro país en aquí pue daré juegos oír dema d

Odpowiedź

Tekst utworzony za pomocą modelu hiszpańskiego.

(Ukryte) łańcuchy Markowa w innych zastosowaniach

- Generowanie muzyki (była jakaś nutka, albo kilka, jakie jest prawdopodobieństwo kolejnej)
- Opisywanie tekstu (czym jest konkretne wystąpienie słowa)
- Rozpoznawanie mowy (do niedawna abolutny lider, ciągle użyteczny)

Spacjowanie Pana Tadeusza

- Pamiętamy zadanie z pierwszej listy o wstawianiu spacji w sklejonym tekście.

Spacjowanie Pana Tadeusza

- Pamiętamy zadanie z pierwszej listy o wstawianiu spacji w sklejonym tekście.
- W rzeczywistości rozwiązywalibyśmy je trochę inaczej: korzystając z wiedzy o języku

Spacjowanie Pana Tadeusza

- Pamiętamy zadanie z pierwszej listy o wstawianiu spacji w sklejonym tekście.
- W rzeczywistości rozwiązywalibyśmy je trochę inaczej: korzystając z wiedzy o języku
- Wiedzę taką możemy nabyć analizując duże zbiory tekstów, tzw. **korpusy**.

Spacjowanie Pana Tadeusza

Definicja

Model języka określa prawdopodobieństwo tego, że dany ciąg (słów, liter) jest poprawnym napisem języka.

Spacjowanie Pana Tadeusza

Definicja

Model języka określa prawdopodobieństwo tego, że dany ciąg (słów, liter) jest poprawnym napisem języka.

Pozwala wybierać pomiędzy różnymi wariantami wypowiedzi (poprawy literówek, OCR, rozpoznawanie mowy, tłumaczenie)

Definicja

Model języka określa prawdopodobieństwo tego, że dany ciąg (słów, liter) jest poprawnym napisem języka.

Pozwala wybierać pomiędzy różnymi wariantami wypowiedzi (poprawy literówek, OCR, rozpoznawanie mowy, tłumaczenie)

- Najprostszy model języka to model **unigramowy**: rozważamy prawdopodobieństwo wystąpienia słów.

Definicja

Model języka określa prawdopodobieństwo tego, że dany ciąg (słów, liter) jest poprawnym napisem języka.

Pozwala wybierać pomiędzy różnymi wariantami wypowiedzi (poprawy literówek, OCR, rozpoznawanie mowy, tłumaczenie)

- Najprostszy model języka to model **unigramowy**: rozważamy prawdopodobieństwo wystąpienia słów.
- Żeby zdecydować jak spacjować **partiachciała** sprawdzamy czy:

$$P(\text{partiach})P(\text{ciała}) > P(\text{partia})P(\text{chciała})$$

Definicja

Model języka określa prawdopodobieństwo tego, że dany ciąg (słów, liter) jest poprawnym napisem języka.

Pozwala wybierać pomiędzy różnymi wariantami wypowiedzi (poprawy literówek, OCR, rozpoznawanie mowy, tłumaczenie)

- Najprostszy model języka to model **unigramowy**: rozważamy prawdopodobieństwo wystąpienia słów.
- Żeby zdecydować jak spacjować **partiachciała** sprawdzamy czy:

$$P(\text{partiach})P(\text{ciała}) > P(\text{partia})P(\text{chciała})$$

- Szacujemy:

$$P(\text{partiach}) \approx \frac{\text{ile razy słowo „partiach” było w korpusie}}{\text{liczba słów w korpusie}}$$

Problemy modelu unigramowego

- Preferuje długie wyrazy (no i ok?) – ew. można temu zaradzić biorąc średnią geometryczną prawdopodobieństwa
- Nie uwzględnia następst wyrazów.

Problemy modelu unigramowego

- Preferuje długie wyrazy (no i ok?) – ew. można temu zaradzić biorąc średnią geometryczną prawdopodobieństwa
- Nie uwzględnia następst wyrazów.

Definicja

W **modelu bigramowym** zakładamy, że:

$$P(w_1 \dots w_n) = P(w_1|[start])P(w_2|w_1) \dots P(w_n|w_{n-1})$$

- Dynamiczny algorytm, wybierający sekwencję maksymalizującą prawdopodobieństwo w modelu bigramowym nazywa się **Algorytmem Viterbiego**
- Bardzo podobny do tego, jak rozwiązywaliśmy zadanie ze spacjowaniem.
- Drobna różnica:
 - a) w zadaniu z listy, wystarczyło pamiętać, jaki jest koszt (i kształt) optymalnej ścieżki kończącej się na danej literce.
 - b) tu musimy pamiętać te dane dla każdej literki i **każdego wyrazu, który może skończyć się w tym miejscu**

- Żeby je dokładnie omówić potrzeba innego przedmiotu
- (na przykład Neural Network and Natural Language Processing)

- Żeby je dokładnie omówić potrzeba innego przedmiotu
- (na przykład Neural Network and Natural Language Processing)

Podstawowa zasada

Model określa prawdopodobieństwo $P(w_t | w_1 \dots w_{t-1})$ – i tym samym daje możliwość generacji tekstów

- Żeby je dokładnie omówić potrzeba innego przedmiotu
- (na przykład Neural Network and Natural Language Processing)

Podstawowa zasada

Model określa prawdopodobieństwo $P(w_t | w_1 \dots w_{t-1})$ – i tym samym daje możliwość generacji tekstów

Pytanie

Co możemy zrobić z modelem językowym danym jako *czarna skrzynka*?

- **PapuGaPT-2** jest przykładowym, nowoczesnym modelem językowym, do wczytania ze strony Hugging Face

- **PapuGaPT-2** jest przykładowym, nowoczesnym modelem językowym, do wczytania ze strony Hugging Face
- Generacja tekstów jest bardzo łatwa!
- Da się też obliczać prawdopodobieństwa tekstów (i na przykład wstawiać spacje tak, żeby maksymalizować prawdopodobieństwa)

- **PapuGaPT-2** jest przykładowym, nowoczesnym modelem językowym, do wczytania ze strony Hugging Face
- Generacja tekstów jest bardzo łatwa!
- Da się też obliczać prawdopodobieństwa tekstów (i na przykład wstawiać spacje tak, żeby maksymalizować prawdopodobieństwa)

```
from transformers import pipeline, set_seed
set_seed(42)
generator = pipeline('text-generation',
                     model='flax-community/papuGaPT2')
print (generator('I wtedy nagle')['generated_text'])
```

Lubię truskawki z

Lubię truskawki z

- bita śmietaną i syropami, jak i klasyczne truskawki z czekoladą, ale też z truskawkami, a
- cukrem. Są pyszne. Na ich bazie są takie lekkie jak budyń i w dodatku bezglutenowe.
- innymi owocami” są mi bliskie do tej pory, ale nie lubię tego określenia. To określenie
- konfiturą z borówki. Na blogu znajdziecie kilka przepisów z nimi w roli głównej. Dziś proponuję
- owocami, ale nie lubię ich zbyt wiele :) Pozdrawiam! Asiu - jeśli chodzi o owoce

Przykładowe generacje

Nie cierpię truskawek

Nie cierpię truskawek

- , a to ciasto jest obłędne. W środku jest w ogóle takie trochę, jakby to
- :) I to nie byle jakich - jagoda kamsimonella to moja ulubiona truskawkowa:) aha, bo
- ? O co chodzi? Na co? Czy moje dziecko może jeść truskawki? Czy musi jeść
- a one mi owocują już od kilku miesięcy. Teraz jak patrzę jaki napuchły, zmały tak
- z powodu tak złej pogody i kiepskiego zaopatrzenia rynku, więc nie miałam innego wyjścia, musiałam
- z truskawkami i z cukrem:) Tak naprawdę truskawki nie muszą być kwaśne! Na samą myśl

Pomnóż te dwie liczby, a następnie

- wpisz je w punktach na podstawie wzoru, który masz przed sobą. Powodzenia! Zestawienia te prezentują
- wpisz w odpowiednie miejsce liczby znajdujące się w polu powyżej, a w drugiej wpisz wynik
- wygraj pieniądze na naszym konkursie! Za pomocą myszki wysił się, by wybrać zwycięzcę i pomóc
- pomnóż je. Czy potrafisz, aby na koniec każdy z podanych wyników był dodatni? A jeśli
- podziel przez dwie cyfry. Niech suma obiegów będzie liczbą ujemną, zaś suma wszystkich par dodatnich

Wykłady ze sztucznej inteligencji były

Wykłady ze sztucznej inteligencji były

- w tym roku naprawdę niezłe. W dodatku w dwóch przypadkach to był jedyny wykład na
- jedną z moich największych życiowych porażek. Uświadomiłeś sobie, jak ważne w dzisiejszych czasach jest zapewnienie
- też ważnym kontekstem dla wydarzeń związanych z wprowadzeniem technologii i Internetu Rzeczy na rynek w
- okazją do lepszego poznania technologii i procesów chemicznych. A potem na miejscu zwiedzaliśmy sale wystawowe
- bardzo ważne, dla rozwoju i rozwoju człowieka. Nie sposób nie wymienić tu badań nad tymi
- jednym z ciekawszych i oryginalnych osiągnięć szkoły, która po raz pierwszy weszła na wyższy szczebel

- Daniel Kahneman w swoich książkach (na przykład 'Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym' rozróżnia dwa 'podsystemy mózgu'
- **System 1:** heurystyczny, szybki, przydatny, ale skłonny do pewnego rodzaju błędów
- **System 2:** wolny, leniwy, analityczny, ...

- Daniel Kahneman w swoich książkach (na przykład 'Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym' rozróżnia dwa 'podsystemy mózgu'
- **System 1**: heurystyczny, szybki, przydatny, ale skłonny do pewnego rodzaju błędów
- **System 2**: wolny, leniwy, analityczny, ...

Uwaga

Wydaje się, że to co powyżej widzieliśmy pasuje do Systemu 1 (w przeciwieństwie do większości wcześniejszych wykładów)

- Daniel Kahneman w swoich książkach (na przykład 'Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym' rozróżnia dwa 'podsystemy mózgu'
- **System 1**: heurystyczny, szybki, przydatny, ale skłonny do pewnego rodzaju błędów
- **System 2**: wolny, leniwy, analityczny, ...

Uwaga

Wydaje się, że to co powyżej widzieliśmy pasuje do Systemu 1 (w przeciwieństwie do większości wcześniejszych wykładów)

Ale czy na pewno?

Wszystko jest tekstem

Jako tekst możemy traktować:

- Zapis nutowy jakiego utworu

Wszystko jest tekstem

Jako tekst możemy traktować:

- Zapis nutowy jakiego utworu
- Dowód twierdzenia w jakimś formalnym języku

Wszystko jest tekstem

Jako tekst możemy traktować:

- Zapis nutowy jakiego utworu
- Dowód twierdzenia w jakimś formalnym języku
- Program komputerowy

Wszystko jest tekstem

Jako tekst możemy traktować:

- Zapis nutowy jakiego utworu
- Dowód twierdzenia w jakimś formalnym języku
- Program komputerowy
- Sekwencja stanów gry zręcznościowej albo stanów z Sokobana

Wszystko jest tekstem

Jako tekst możemy traktować:

- Zapis nutowy jakiego utworu
- Dowód twierdzenia w jakimś formalnym języku
- Program komputerowy
- Sekwencja stanów gry zręcznościowej albo stanów z Sokobana
- ...

GATO – A Generalist Agent



Figure 1 | **A generalist agent.** Gato can sense and act with different embodiments across a wide range of environments using a single neural network with the same set of weights. Gato was trained on 604 distinct tasks with varying modalities, observations and action specifications.

Connect4 i Shakespeare



2-22



- Modele językowe potrafią (?) grać w gry (choć są też wątpliwości)
- Trening:
 - wygeneruj rozgrywki (ciągi ruchów), traktuj je jako zdania w języka
 - wytrenuj model językowy

Connect4 i Shakespeare (2)

- Granie jako znajdowanie prawdopodobnych kontynuacji dla ciągu ruchów
- Sieć typu transformer (nanoGPT, ustawienia jak dla modelu Szekspira) można wytrenować, aby grała w Connect 4

Connect4 i Shakespeare (2)

- Granie jako znajdowanie prawdopodobnych kontynuacji dla ciągu ruchów
- Sieć typu transformer (nanoGPT, ustawienia jak dla modelu Szekspira) można wytrenować, aby grała w Connect 4

Wynik

W pojedynkach ze swoim *mistrzem*, od którego uczyła się grać, wygrywa ponad 40% partii.

Connect4 i Shakespeare (2)

- Granie jako znajdowanie prawdopodobnych kontynuacji dla ciągu ruchów
- Sieć typu transformer (nanoGPT, ustawienia jak dla modelu Szekspira) można wytrenować, aby grała w Connect 4

Wynik

W pojedynkach ze swoim *mistrzem*, od którego uczyła się grać, wygrywa ponad 40% partii.

Jeden z miniprojektów dotyczy tego zagadnienia (nadaje się też na pracę inżynierską).

- Zamiast tworzyć skomplikowanego agenta, grającego w **trudną grę**

- Zamiast tworzyć skomplikowanego agenta, grającego w **trudną grę**
- możemy stworzyć prostego agenta, grającego w **łatwą grę**

- Zamiast tworzyć skomplikowanego agenta, grającego w **trudną grę**
- możemy stworzyć prostego agenta, grającego w **łatwą grę**

Przykład: aukcja

Rozważamy prostą, jednoturową aukcję: oferenci piszą swoje ceny, wygrywa największa, przedmiot sprzedajemy za tę cenę

- Zamiast tworzyć skomplikowanego agenta, grającego w **trudną grę**
- możemy stworzyć prostego agenta, grającego w **łatwą grę**

Przykład: aukcja

Rozważamy prostą, jednoturową aukcję: oferenci piszą swoje ceny, wygrywa największa, przedmiot sprzedajemy za tę cenę

Co jest nie tak z tą aukcją?

Problemy

Co powinien robić agent, który jest w stanie kupić przedmiot za x ?

Problemy

Co powinien robić agent, który jest w stanie kupić przedmiot za x ?

- Złożyć ofertę za x ? (jak przegra, to trudno – nie dało się nic zrobić, ale jak wygra, to może przepłaci)

Problemy

Co powinien robić agent, który jest w stanie kupić przedmiot za x ?

- Złożyć ofertę za x ? (jak przegra, to trudno – nie dało się nic zrobić, ale jak wygra, to może przepłaci)
- Złożyć ofertę za $y < x$ (ale jakie y ? Musi modelować innych graczy i być lepszy o ε od najlepszego z nich)

Problemy

Co powinien robić agent, który jest w stanie kupić przedmiot za x ?

- Złożyć ofertę za x ? (jak przegra, to trudno – nie dało się nic zrobić, ale jak wygra, to może przepłaci)
- Złożyć ofertę za $y < x$ (ale jakie y ? Musi modelować innych graczy i być lepszy o ε od najlepszego z nich)

A jak działałaby aukcja, w której zwycięzca płaciłby cenę drugą z kolei?

Co jest optymalną strategią gracza dla aukcji Vickreya?

Aukcja: wygrywający płaci drugą cenę

Co jest optymalną strategią gracza dla aukcji Vickreya?

Optymalną strategią jest wypisać swoją cenę i nie przejmować się innymi graczami, bo:

Co jest optymalną strategią gracza dla aukcji Vickreya?

Optymalną strategią jest wypisać swoją cenę i nie przejmować się innymi graczami, bo:

- Jak napiszę za dużo, to być może okaże się niewypłacalny (duża przegrana)

Aukcja: wygrywający płaci drugą cenę

Co jest optymalną strategią gracza dla aukcji Vickreya?

Optymalną strategią jest wypisać swoją cenę i nie przejmować się innymi graczami, bo:

- Jak napiszę za dużo, to być może okaże się niewypłacalny (duża przegrana)
- Nie mam też żadnego interesu w zaniżaniu swojej stawki

Aukcja: wygrywający płaci drugą cenę

Co jest optymalną strategią gracza dla aukcji Vickreya?

Optymalną strategią jest wypisać swoją cenę i nie przejmować się innymi graczami, bo:

- Jak napiszę za dużo, to być może okaże się niewypłacalny (duża przegrana)
- Nie mam też żadnego interesu w zaniżaniu swojej stawki
 - Wpiszę mniej i wygram – i tak płacę tę samą cenę
 - Wpiszę mniej i przegram – ale może dało się wygrać!

Zadanie

Stworzyć program, który będzie **odkrywał** ciekawe gry planszowe.

Zadanie

Stworzyć program, który będzie **odkrywał** ciekawe gry planszowe.

Dwa problemy do rozwiązania:

1. Jak opisać grę planszową?
2. Jak odróżnić fajną grę planszową od słabej? (ciekawsze pytanie)

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)
- **Grywalność** – zbalansowana dla obu graczy, niezbyt dużo remisów, gry o satysfakcjonującej długości

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)
- **Grywalność** – zbalansowana dla obu graczy, niezbyt dużo remisów, gry o satysfakcjonującej długości
- **Jakość rozgrywki**:
 - Dramatyzm: wyuczona funkcja oceniająca zmienia wartość w trakcie prawdziwych gier (najlepiej, żeby zmieniała się również przewaga)

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)
- **Grywalność** – zbalansowana dla obu graczy, niezbyt dużo remisów, gry o satysfakcjonującej długości
- **Jakość rozgrywki**:
 - Dramatyzm: wyuczona funkcja oceniająca zmienia wartość w trakcie prawdziwych gier (najlepiej, żeby zmieniała się również przewaga)
 - Nieredukowalność: w rozegranych grach używane są wszystkie rodzaje ruchów

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)
- **Grywalność** – zbalansowana dla obu graczy, niezbyt dużo remisów, gry o satysfakcjonującej długości
- **Jakość rozgrywki**:
 - Dramatyzm: wyuczona funkcja oceniająca zmienia wartość w trakcie prawdziwych gier (najlepiej, żeby zmieniała się również przewaga)
 - Nieredukowalność: w rozegranych grach używane są wszystkie rodzaje ruchów
 - Krzywa uczenia: agent uczący się dłużej gra lepiej.

Ewolucja gier planszowych

Co powinna uwzględniać funkcja oceny?

Kryteria używane w ocenie

- **Wewnętrzne** – jak wygląda opis gry (preferujemy poprawne, niezbyt długie i niezbyt skomplikowane)
- **Grywalność** – zbalansowana dla obu graczy, niezbyt dużo remisów, gry o satysfakcjonującej długości
- **Jakość rozgrywki**:
 - Dramatyzm: wyuczona funkcja oceniająca zmienia wartość w trakcie prawdziwych gier (najlepiej, żeby zmieniała się również przewaga)
 - Nieredukowalność: w rozegranych grach używane są wszystkie rodzaje ruchów
 - Krzywa uczenia: agent uczący się dłużej gra lepiej.

Oczywiście ważnym narzędziem jest TD-learning (żeby powstał jakiś sensowny agent, których grę możemy analizować).

Jak zarobić na ewolucji gier planszowych

- System **Ludi** służył do ewolucji gier planszowych.

Jak zarobić na ewolucji gier planszowych

- System **Ludi** służył do ewolucji gier planszowych.
- Podczas tygodnia ewolucji przeanalizowano **1389**, z czego **19** autorzy uznali za grywalne, a dwie, jak piszą **have proven to be of exceptional quality**

Jak zarobić na ewolucji gier planszowych

- System **Ludi** służył do ewolucji gier planszowych.
- Podczas tygodnia ewolucji przeanalizowano **1389**, z czego **19** autorzy uznali za grywalne, a dwie, jak piszą **have proven to be of exceptional quality**
- Zapakowali je do pudełka i sprzedawali jako **pierwsze gry planszowe wymyślane przez maszynę**.

Jak zarobić na ewolucji gier planszowych

- System **Ludi** służył do ewolucji gier planszowych.
- Podczas tygodnia ewolucji przeanalizowano **1389**, z czego **19** autorzy uznali za grywalne, a dwie, jak piszą **have proven to be of exceptional quality**
- Zapakowali je do pudełka i sprzedawali jako **pierwsze gry planszowe wymyślane przez maszynę**.

Można poczytać w pcgbook.com, rozdział 6

Kod gry

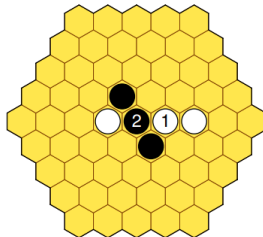
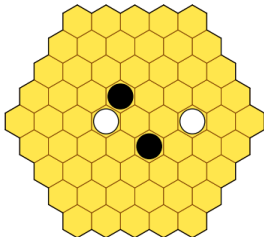
```
(game Yavalath
  (players White Black)
  (board (tiling hex) (shape hex) (size 5))
  (end (All win (in-a-row 4)) (All lose (in-a-row 3)))
)
```

Gra Yavalath

Kod gry

```
(game Yavalath
  (players White Black)
  (board (tiling hex) (shape hex) (size 5))
  (end (All win (in-a-row 4)) (All lose (in-a-row 3))))
)
```

Przykładowa sytuacja:



- W zeszłym roku pismo Communication of ACM wydrukowało artykuł pt. Reimagining Chess with AlphaZero

- W zeszłym roku pismo Communication of ACM wydrukowało artykuł pt. Reimagining Chess with AlphaZero
- Pytania:
 - Czy szachy można poprawić?
 - Czy inne wersje są ciekawsze?
 - Jak warianty gry zmieniają wartość bierek?

- W zeszłym roku pismo Communication of ACM wydrukowało artykuł pt. Reimagining Chess with AlphaZero
- Pytania:
 - Czy szachy można poprawić?
 - Czy inne wersje są ciekawsze?
 - Jak warianty gry zmieniają wartość bierek?

Podstawowa metoda

- 1 AlphaZero umie nauczyć się grać w dowolną grę, grając sam ze sobą.
- 2 Możemy zatem nauczyć go grać w **szachy z pięcioma skoczkami i słoniem** (lub w cokolwiek innego)
- 3 a następnie obserwować rozgrywki i wyciągać wnioski

AI is driving the next evolution of chess, giving players a glimpse into the game's future.

**BY NENAD TOMAŠEV, ULRICH PAQUET,
DEMIS HASSABIS, AND VLADIMIR KRAMNIK**

Reimagining Chess with AlphaZero

MODERN CHESS IS the culmination of centuries of experience, as well as an evolutionary sequence of rule adjustments from its inception in the 6th century to the modern rules we know today.¹⁷ While classical chess still captivates the minds of millions of players worldwide, the game is anything but static. Many variants have been proposed and played over the

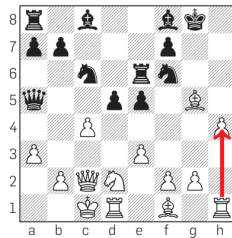
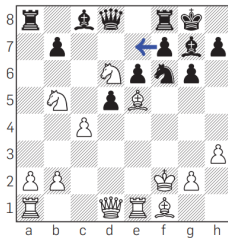
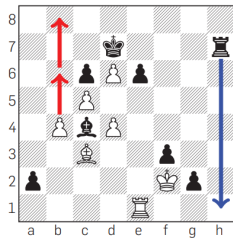
game and is unlikely to ever fall out of fashion, alternative variants provide an avenue for more creative play. In Fischer random chess, the brainchild of former world champion Bobby Fischer, the initial position is randomized to counter the dominance of opening preparation in a game.⁷ One could consider not only entirely new ideas, but also reassess some of the newer additions to the game. For example, the “castling” move was only introduced in its current form in the 17th century. What would chess have been like had castling not been incorporated into the rules? Without recourse to repeating history, we reimagine chess and address such questions in silico with AlphaZero.²⁵

AlphaZero is a system that can learn superhuman chess strategies from scratch without any human supervision.^{19,22} It represents a milestone in artificial intelligence (AI), a field that has ventured down the corridors of chess more than once in search of challenges and inspiration. Throughout the history of computer chess, the focus was on creating systems that could spar with top human players over the board.³ Computer chess has progressed steadily since the 1950s, with better-tuned evaluation functions and enhanced search algorithms deployed on increasingly more computational



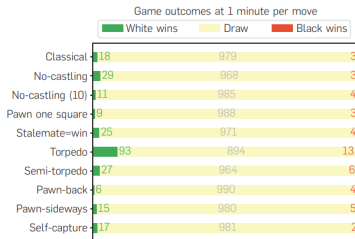
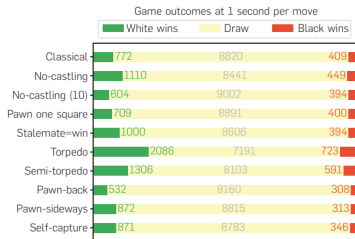
O szachach na nowo: przykładowe nowe ruchy

Figure 1. Examples by AlphaZero of three of the nine chess variants analyzed in this article. In Torpedo chess (left), White generates rapid counterplay with a torpedo move (b4-b6). ♖h1 is followed by yet another torpedo move, b6-b8=♖. In Pawn-sideways chess (center), Black plays a tactical sideways pawn move (f7-e7) after sacrificing a knight on f2 in the previous move, opening the f-file toward the White king. In Self-capture chess (right), White's self-capture move (♙xh4) generates threats against the Black king.



O szachach na nowo: rezultaty rozgrywek

Figure 2. AlphaZero self-play game outcomes: for 10,000 games played at 1 sec per move (left) and for 1,000 games played at 1 min per move (right).



O szachach na nowo: wartości bierek

Metoda






- 1 Przeprowadzać wiele rozgrywek szybkimi agentami, zapisywać przebieg
- 2 Uczyć liniowy klasyfikator przewidywać, czy sytuacja jest zwycięska na podstawie sumarycznej wartości bierek na planszy






O szachach na nowo: wartości bierek

Metoda

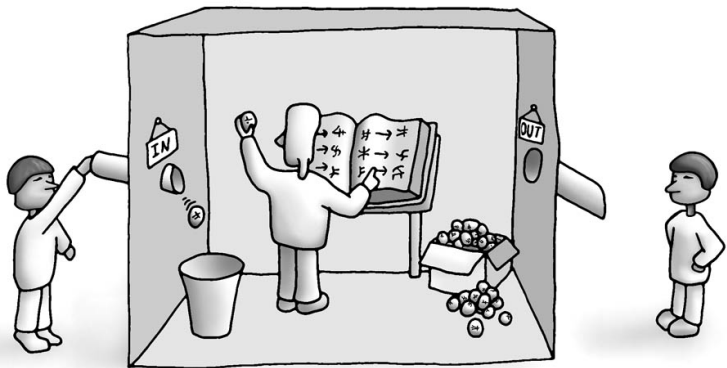
- 1 Przeprowadzać wiele rozgrywek szybkimi agentami, zapisywać przebieg
- 2 Uczyć liniowy klasyfikator przewidywać, czy sytuacja jest zwycięska na podstawie sumarycznej wartości bierek na planszy

Table 3. Estimated piece values from AlphaZero self-play games for each variant.

Variant					
Classical	1	3.05	3.33	5.63	9.5
No-castling	1	2.97	3.13	5.02	9.49
No-castling (10)	1	3.14	3.40	5.37	9.85
Pawn one square	1	2.95	3.14	5.36	9.62
Stalemate = win	1	2.95	3.13	4.76	8.96

Variant					
Self-capture	1	3.10	3.22	5.34	9.42
Pawn-back	1	2.65	2.85	4.67	9.39
Semi-torpedo	1	2.72	2.95	4.69	8.3
Torpedo	1	2.25	2.46	3.58	7.12
Pawn-sideways	1	1.8	1.98	2.99	5.92

Chiński pokój



jolyon.co.uk