

Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



Instytut Informatyki

Praca dyplomowa inżynierska

na kierunku Informatyka
w specjalności Inżynieria Systemów Informacyjnych

Generowanie automatycznych podpowiedzi
w środowiskach do programowania

{Rafał Lewanczyk}

Numer albumu 293140

promotor

Paweł Zawistowski

WARSZAWA 2020

Generowanie automatycznych podpowiedzi w środowiskach do programowania

Streszczenie. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Słowa kluczowe: XXX, XXX, XXX

Generating code autocompletions for Integrated Development Environments

Abstract. As any dedicated reader can clearly see, the Ideal of practical reason is a representation of, as far as I know, the things in themselves; as I have shown elsewhere, the phenomena should only be used as a canon for our understanding. The paralogisms of practical reason are what first give rise to the architectonic of practical reason. As will easily be shown in the next section, reason would thereby be made to contradict, in view of these considerations, the Ideal of practical reason, yet the manifold depends on the phenomena. Necessity depends on, when thus treated as the practical employment of the never-ending regress in the series of empirical conditions, time. Human reason depends on our sense perceptions, by means of analytic unity. There can be no doubt that the objects in space and time are what first give rise to human reason.

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

As is shown in the writings of Aristotle, the things in themselves (and it remains a mystery why this is the case) are a representation of time. Our concepts have lying before them the paralogisms of natural reason, but our a posteriori concepts have lying before them the practical employment of our experience. Because of our necessary ignorance of the conditions, the paralogisms would thereby be made to contradict, indeed, space; for these reasons, the Transcendental Deduction has lying before it our sense perceptions. (Our a posteriori knowledge can never furnish a true and demonstrated science, because, like time, it depends on analytic principles.) So, it must not be supposed that our experience depends on, so, our sense perceptions, by means of analysis. Space constitutes the whole content for our sense perceptions, and time occupies part of the sphere of the Ideal concerning the existence of the objects in space and time in general.

Keywords: XXX, XXX, XXX



.....
miejscowość i data

.....
imię i nazwisko studenta

.....
numer albumu

.....
kierunek studiów

OŚWIADCZENIE

Świadomy/-a odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie, pod opieką kierującego pracą dyplomową.

Jednocześnie oświadczam, że:

- niniejsza praca dyplomowa nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- niniejsza praca dyplomowa nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony,
- niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadawaniem dyplomów lub tytułów zawodowych,
- wszystkie informacje umieszczone w niniejszej pracy, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami,
- znam regulacje prawne Politechniki Warszawskiej w sprawie zarządzania prawami autorskimi i prawami pokrewnymi, prawami własności przemysłowej oraz zasadami komercjalizacji.

Oświadczam, że treść pracy dyplomowej w wersji drukowanej, treść pracy dyplomowej zawartej na nośniku elektronicznym (płycie kompaktowej) oraz treść pracy dyplomowej w module APD systemu USOS są identyczne.

.....
czytelny podpis studenta

Spis treści

1. Wstęp	9
1.1. Problem	9
1.2. Kod a język naturalny	9
1.3. Wyzwania	10
1.4. Zastosowania	10
2. De Finibus Bonorum et Malorum	11
2.1. Critique of Pure Reason	12
2.2. Categorical Imperative	15
2.2.1. Deontological Ethics	15
2.2.2. Consequentialism – the Ideal of practical reason	15
2.3. Gödel's ontological proof	16
3. Code listings	18
4. Summatio	20
Bibliografia	23
Wykaz symboli i skrótów	24
Spis rysunków	24
Spis tabel	24
Spis załączników	24

1. Wstęp

Środowiska programistyczne ułatwiają i przyspieszają pisanie kodu poprzez proponowanie słów kluczowych oraz nazw zdefiniowanych w programie. Dzięki tej funkcji programista nie musi pisać ręcznie w całości długiej nazwy zmiennej lub metody, a w niektórych przypadkach nie musi pisać jej wcale. Przykładem takiego zachowania jest zaproponowanie słowa kluczowego 'except' po słowie 'try' w języku Python, lub propozycja nazwy zmiennej poprzez przechowywanie wszystkich zmiennych w słowniku. Jednak takie podejście wiąże się z wieloma wadami:

- Stworzenie takiego systemu uzupełniającego wiąże się ze zdefiniowaniem wielu skomplikowanych reguł, które różnią się dla każdego języka programowania.
- System generujący propozycje nie uwzględnia kontekstu pisanego kodu. Na przykład w kodzie aplikacji internetowej można zaobserwować wiele powtarzających się szablonów, które będą się różnić od szablonów występujących w kodzie jądra systemu operacyjnego.
- Podpowiedzi wygenerowane w ten sposób zazwyczaj ograniczają się tylko do tylko jednego kolejnego słowa
- W takim Systemie propozycje często są podawane w kolejności nie będącą zbyt pomocną dla programisty, na przykład posortowane leksykograficznie.

1.1. Problem

Istnieje wiele rodzajów uzupełniania kodu:

- przewidzenie kolejnego słowa (tokenu)
- przewidzenie dłuższej sekwencji słów (na przykład dokończanie linijki)
- generowanie funkcji na podstawie jej opisu w komentarzu
- uzupełnianie brakujących linii lub tokenów w zaznaczonych miejscach w kodzie

W tej pracy skupiam się na pierwszym z rodzajów tego problemu. Moim celem jest stworzenie systemu, który rozwiąże wcześniej wymienione problemy oraz sprawdzenie czy zaproponowane przeze mnie rozwiązanie jest akceptowalne następnie zaimplementowanie go jako wtyczka do środowiska SublimeText.

1.2. Kod a język naturalny

Metody statystyczne oraz rekurencyjne sieci neuronowe osiągają bardzo dobre rezultaty w generowaniu tekstów. Języki programowania dzielą wiele cech wspólnych z językiem naturalnym. Oba są używane do opisywania algorytmów w skończonej liczbie kroków. Logika stojąca za wyrażaniem kolejnych kroków jest taka sama. Oba języki używane są do komunikacji. Naturalny używany pomiędzy ludźmi, natomiast programowania między człowiekiem a komputerem. Jednak najważniejszą łączącą je cechą jest ich powtarzalność. W obu z dużym prawdopodobieństwem po jednym słowie może wystąpić tylko niewielki zbiór innych słów.

1.3. Wyzwania

Głównym wyzwaniem oraz detalem różniącym języki programowania od języków naturalnych jest możliwość nadawania dowolnych nazw obiektom oraz metodom przez co nie można objąć wszystkich słów w słowniku danych treningowych. Słowa tego typu nazywane są słowami poza słownikiem. Zwiększanie wielkości słownika nigdy nie obejmie wszystkich możliwych nazw natomiast bardzo spowolni ostatni krok algorytmu, którym jest obliczenie wyznaczenie funkcji softmax. Jak zostało pokazane w publikacji [1] od pewnego momentu większy rozmiar słownika zaczyna wpływać negatywnie na skuteczność modelu.

Nadmierne dopasowanie modelu do danych treningowych może wystąpić przy zbyt długim treningu. Taki model zacznie dawać bardzo dobre predykcje na zbiorze treningowym jednak bardzo słabo poradzi sobie na zbiorze walidacyjnym. Zamiast zgeneralizować problem model nauczy się danych treningowych 'na pamięć'.

Przewidywanie kilku tokenów w przód. Omawiany w tej pracy model jest w stanie przewidywać kilka na raz jednak znacząco utrudnia to zadanie inżynierskie oraz miałoby negatywny wpływ na korzystanie ze wtyczki w warunkach rzeczywistych. Skuteczność modelu o skuteczności wynoszącej na przykład 70% dla pojedynczych tokenów przy próbie przewidzenia 3 tokenów na raz spadłaby do $0.7^3 = 0.343$, co byłoby nieakceptowalne w warunkach rzeczywistych.

1.4. Zastosowania

Głównym zastosowaniem tworzonego systemu jest usprawnienie pracy programisty. Jednak przy założeniu, że model działa dobrze istnieje więcej przypadków użycia:

- Tworzenie kodu na urządzeniu mobilnym. W dzisiejszych czasach urządzenia mobilne mają ogromne możliwości. Jedyną rzeczą, która je powstrzymuje przed użyciem ich w celu rozwoju oprogramowania jest mała klawiatura dotykowa, nie udostępniająca szybkiego dostępu do znaków specjalnych. Wtyczka mogłaby znacznie usprawnić pisanie przez przewidywanie znaków specjalnych (z czym jak pokażę później radzi sobie bardzo dobrze), jak i długich, niewygodnych do napisania na małej dotykowej klawiaturze nazw.
- Szukanie błędów w kodzie. Model może obliczyć prawdopodobieństwo wystąpienia następnego tokenu po czym sprawdzić czy pokrywa się on z faktycznie występującym tokenem. W ten sposób możemy określić gdzie miejsce w kodzie w którym możemy się spodziewać, że został popełniony błąd.
- Kompresja kodu. Modele Sequence2Sequence sprawdzają się w zadaniu kompresji. Model mógłby nauczyć się wygenerować resztę programu na podstawie kilku pierwszych tokenów. W ten sposób zamiast zapisywać cały kod źródłowy moglibyśmy zapamiętywać jedynie kilka krótkie sekwencje.

Rysunek 1.1. Tradycyjne godło Politechniki Warszawskiej



Rysunek 1.2. Współczesne logo Politechniki Warszawskiej

**Politechnika
Warszawska**

2. De Finibus Bonorum et Malorum

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum. Lorem ipsum

dolor sit amet¹.

$$E = mc^2$$
$$y = ax^2 + bx + c$$

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 10 \\ 18 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua [2], [3], [4], [5], [6].

2.1. Critique of Pure Reason

As any dedicated reader can clearly see, the Ideal of practical reason is a representation of, as far as I know, the things in themselves; as I have shown elsewhere, the phenomena should only be used as a canon for our understanding. The paralogisms of practical reason are what first give rise to the architectonic of practical reason. As will easily be shown in the next section, reason would thereby be made to contradict, in view of these considerations, the Ideal of practical reason, yet the manifold depends on the phenomena. Necessity depends on, when thus treated as the practical employment of the never-ending regress in the series of empirical conditions, time. Human reason depends on our sense perceptions,

¹ Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

by means of analytic unity. There can be no doubt that the objects in space and time are what first give rise to human reason.

Tabela 2.1. Przykładowa tabela.

Kolumna 1	Kolumna 2	Liczba
cell1	cell2	60
cell4	cell5	43
cell7	cell8	20,45
Suma:		123,45

Reference to table 2.1. Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

Tabela 2.2. Tabela wielostronicowa.

Lp	Treść	Kwota	Wariant opłaty
1	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	111 111,11 zł	WAR1
2	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	22 222,22 zł	WAR1
3	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	33 333,33 zł	WAR1
4	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	444 444,44 zł	WAR1
5	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	55 555,55 zł	WAR1

6	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	66 666,66 zł	WAR1
7	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	777 777,77 zł	WAR1
8	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	8 888,88 zł	WAR1
9	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	999 999,99 zł	WAR1
10	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	111 111,11 zł	WAR2
11	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	22 222,22 zł	WAR2
12	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	33 333,33 zł	WAR2
13	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	444 444,44 zł	WAR2
14	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	55 555,55 zł	WAR2
15	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	66 666,66 zł	WAR2
	Suma:	7 777 777,77 zł	

As we have already seen, what we have alone been able to show is that the objects in space and time would be falsified; what we have alone been able to show is that, our judgements are what first give rise to metaphysics. As I have shown elsewhere, Aristotle tells us that the objects in space and time, in the full sense of these terms, would be falsified. Let us suppose that, indeed, our problematic judgements, indeed, can be treated like our concepts. As any dedicated reader can clearly see, our knowledge can be treated like the transcendental unity of apperception, but the phenomena occupy part of the sphere

of the manifold concerning the existence of natural causes in general. Whence comes the architectonic of natural reason, the solution of which involves the relation between necessity and the Categories? Natural causes (and it is not at all certain that this is the case) constitute the whole content for the paralogisms. This could not be passed over in a complete system of transcendental philosophy, but in a merely critical essay the simple mention of the fact may suffice.

2.2. Categorical Imperative

2.2.1. Deontological Ethics

As any dedicated reader can clearly see, the Ideal of practical reason is a representation of, as far as I know, the things in themselves; as I have shown elsewhere, the phenomena should only be used as a canon for our understanding:

- Item 1:
 - item 1.1;
 - item 1.2;
 - item 1.3;
- Item 2;
- Item 3;
- Item 4.

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

2.2.2. Consequentialism – the Ideal of practical reason

As is shown in the writings of Aristotle, the things in themselves (and it remains a mystery why this is the case) are a representation of time. Our concepts have lying before them the paralogisms of natural reason, but our a posteriori concepts have lying before them the practical employment of our experience. Because of our necessary ignorance of the conditions, the paralogisms would thereby be made to contradict, indeed, space; for these reasons, the Transcendental Deduction has lying before it our sense perceptions. (Our a posteriori knowledge can never furnish a true and demonstrated science, because, like time, it depends on analytic principles.) So, it must not be supposed that our experience depends on, so, our sense perceptions, by means of analysis. Space

constitutes the whole content for our sense perceptions, and time occupies part of the sphere of the Ideal concerning the existence of the objects in space and time in general.

1. Item 1:
 - a) item 1.1;
 - b) item 1.2:
 - i. item 1.2.1;
 - ii. item 1.2.2;
 - c) item 1.3;
2. Item 2;
3. Item 3;
4. Item 4.

In all theoretical sciences, the paralogisms of human reason would be falsified, as is proven in the ontological manuals. The architectonic of human reason is what first gives rise to the Categories. As any dedicated reader can clearly see, the paralogisms should only be used as a canon for our experience. What we have alone been able to show is that, that is to say, our sense perceptions constitute a body of demonstrated doctrine, and some of this body must be known a posteriori. Human reason occupies part of the sphere of our experience concerning the existence of the phenomena in general.

2.3. Gödel's ontological proof

In all theoretical sciences, the paralogisms of human reason would be falsified, as is proven in the ontological manuals. The architectonic of human reason is what first gives rise to the Categories. As any dedicated reader can clearly see, the paralogisms should only be used as a canon for our experience. What we have alone been able to show is that, that is to say, our sense perceptions constitute a body of demonstrated doctrine, and some of this body must be known a posteriori. Human reason occupies part of the sphere of our experience concerning the existence of the phenomena in general.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua [7], [8], [9], [10].

Założenie 1. $[\phi] \Rightarrow [P(\phi); \neg P(\phi)]$

Aksjomat 1 (Dualność). $\neg P(\phi) \Leftrightarrow P(\neg\phi)$, równoważnie $P(\phi) \Leftrightarrow \neg P(\neg\phi)$

Aksjomat 2 (Całkowitość). $(P(\phi) \wedge \forall x : \phi(x) \Rightarrow \psi(x)) \Rightarrow P(\psi)$

Aksjomat 3 (Absolutność). $P(\phi) \Rightarrow \Box P(\phi)$

Definicja 1. $G(x) \Leftrightarrow \forall \phi : (P(\phi) \Rightarrow \phi(x))$

Definicja 2. $\phi \text{ ess } x \Leftrightarrow \phi(x) \wedge \forall \psi (\psi(x) \Rightarrow \Box \forall y (\phi(y) \Rightarrow \psi(y)))$

Aksjomat 4. $P(G)$

Lemat 1. $P(\phi) \Rightarrow \Diamond \exists x : \phi(x)$

Dowód. Dowód pomijamy, bo jest trywialny :) □

Lemat 2. $\Diamond \exists x : G(x)$

Dowód. Natychmiastowy wniosek z aksjomatu 4 i lematu 1. □

Lemat 3. $G(x) \Rightarrow G \text{ ess } x$

Dowód. Poprzez podstawienie do definicji 2. □

Definicja 3. $E(x) \Leftrightarrow \forall \phi (\phi \text{ ess } x \Rightarrow \Box \exists x : \phi(x))$

Aksjomat 5. $P(E)$

Twierdzenie 1. $\Box \exists x : G(x)$

Dowód. Na podstawie definicji 1, lematu 3 i aksjomatu 5. □

3. Code listings

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Listing 1. *Hello world* w HTML

```
1 <html>
2   <head>
3     <title>Hello world!</title>
4   </head>
5   <body>
6     Hello world!
7   </body>
8 </html>
```

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Listing 2. Generowanie sekwencji Collatza w języku C++

```
147 class Collatz {
148   private:
149     unsigned current_val_;
150     void update_val() {
151         if( current_val_ % 2 == 0 )
152             current_val_ /= 2;
153         else
154             current_val_ = current_val_ * 3 + 1;
155     }
156
157   public:
158     explicit Collatz(unsigned initial_value) :
159         current_val_(initial_value) {}
160     void print_sequence() {
```

```
161         unsigned i = 1;
162         while( current_val_ > 1 ) {
163             std::cout
164                 << "val_" << i << "_=" << current_val_
165                 << std::endl;
166             update_val(); ++i;
167         }
168     }
169 };
170
171 int main() {
172     // prints Collatz sequece, starting from 194375
173     Collatz seq(194375);
174     seq.print_sequence();
175     return 0;
176 }
```

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

4. Summatio

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a

nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Bibliografia

- [1] V. J. Hellendoorn i P. Devanbu, “Are Deep Neural Networks the Best Choice for Modeling Source Code?”, w *Proceedings of the 2017 11th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, ESEC/FSE 2017. Paderborn, Germany: ACM, 2017, pp. 763–773, 2017.
- [2] K. Szczypiorski, A. Janicki i S. Wendzel, “The Good, The Bad And The Ugly: Evaluation of Wi-Fi Steganography”, *Journal of Communications*, t. 10, nr. 10, s. 747–752, 2015.
- [3] B. Bencsáth, G. Pék, L. Buttyán i F. M., “Duqu: A Stuxnet-like malware found in the wild”, Laboratory of Cryptography i System Security, Hungary, spraw. tech., 2011.
- [4] *FIPS 180-4: Secure Hash Standard (SHS)*, 2015.
- [5] P. Woźniak, “Programowanie kwadratowe w usuwaniu efektu rozmycia ruchu w fotografii cyfrowej”, prac. mag., Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych, Politechnika Warszawska, 2018.
- [6] A. M. Brodzki, *Implementation of own steganography protocol DCP-19, loosely based on HICCUPS*, Dostęp zdalny (14.03.2019): <https://github.com/ArturB/DCP-19>, 2019.
- [7] C. Benzmueller i B. W. Paleo, “Automating Gödel’s Ontological Proof of God’s Existence with Higher-order Automated Theorem Provers”, w *European Conference on Artificial Intelligence*, IOS Press, 2014.
- [8] K. Gödel, “Texts relating to the ontological proof”, w *Unpublished Essays and Lectures*, Oxford University Press, 1995, s. 429–437.
- [9] H. Wang, “A Logical Journey: From Gödel to Philosophy.”, w A Bradford Book, 1997, s. 316.
- [10] R. C. Koons, “Sobel on Gödel’s Ontological Proof”, Dostęp zdalny (25.04.2019): <http://www.robkoons.net/media/69b0dd04a9d2fc6dffff80b4ffffd524.pdf>, 2005.

Wykaz symboli i skrótów

EiTI – Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

PW – Politechnika Warszawska

WEIRD – ang. *Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic*

Spis rysunków

1.1	Tradycyjne godło Politechniki Warszawskiej	11
1.2	Współczesne logo Politechniki Warszawskiej	11

Spis tabel

2.1	Przykładowa tabela.	13
2.2	Tabela wielostronicowa.	13

Spis załączników

1.	Nazwa załącznika 1	25
2.	Nazwa załącznika 2	27

Załącznik 1. Nazwa załącznika 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus.

Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Załącznik 2. Nazwa załącznika 2

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.