Zbigniew Handzel[1],
Mirosław Gajer[2]

Zastosowanie uczenia głębokiego w tłumaczeniu komputerowym

Application of deep learning in computer translation

Przekład komputerowy jest najstarszym i zarazem najbardziej doniosłym zagadnieniem zaliczanym do obszaru sztucznej inteligencji. Pomysł zastosowania komputerów do tłumaczenia tekstów zapisanych w języku naturalnym jest prawie tak stary, jak sam wynalazek komputera. Pierwotnie rzecz wydawała się łatwa do realizacji i oczekiwano, że za kilkanaście lat zawód tłumacza ostatecznie zaniknie, ponieważ tego rodzaju prace będą wykonywały wyłącznie maszyny cyfrowe. Potrzeba było jednak ponad 60 lat intensywnych badań, aby marzenie to mogło się urzeczywistnić w czasach nam współczesnych.
Przełomem w badaniach nad przekładem komputerowym było zastosowanie technik obliczeniowych bazujących na sztucznych sieciach neuronowych z wykorzystaniem algorytmów uczenia głębokiego. W 2017 roku uruchomiony został serwis tłumaczeniowy DeepL, który jest programem komputerowym wykorzystującym uczenie głębokie w translacji automatycznej. Rozważany program zapewnia przekład o bardzo wysokiej jakości pomiędzy dowolnie wybraną parą spośród ponad 20 języków. Między innymi program ten umożliwia tłumaczenie z i na język polski.
W artykule przedstawiono krótką historię badań nad przekładem komputerowym, omówiono główne trudności, które należało przezwyciężyć na drodze do budowy tłumaczy komputero-

[1] Dr inż. Prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie.
[2] Dr inż., AGH, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, Wydział EAlilB, Katedra Informatyki Stosowanej.

wych, oraz omówiono podstawowe podejścia wykorzystywane w translacji automatycznej. Na zakończenie zaprezentowano interesujące wyniki eksperymentów przeprowadzonych z udziałem programu DeepL, które dowodzą jego bardzo wysokiej skuteczności w tłumaczeniu pomiędzy dowolnie wybraną parą języków, niezależnie od stopnia ich genetycznego pokrewieństwa.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, przekład komputerowy, sieci neuronowe, uczenie głębokie.

Summary: Computer-aided translation is the oldest and at the same time the most prominent subject in the field of artificial intelligence. The idea of using computers to translate texts written in natural language is almost as old as the invention of the computer itself. At first it seemed easy to implement and it was expected that in a decade or so the profession of translator would finally disappear because only digital machines would do this kind of work. However, it took more than 60 years of intensive research for this dream to become a reality in modern times.

A breakthrough in computer translation research was the application of computational techniques based on artificial neural networks using deep learning algorithms. In 2017, the translation service DeepL was launched, which is a computer program using deep learning in automatic translation. The program under consideration provides translation of very high quality between any pair of more than 20 languages. Among other things, the programme enables translation from and into Polish.

The article presents a brief history of research on computer-aided translation, discusses the basic difficulties that had to be overcome on the way to building computer-aided translators, and discusses the basic approaches used in automatic translation. Finally, interesting results of experiments carried out with the program DeepL are presented, which prove its very high efficiency in translation between any pair of languages, regardless of the degree of their genetic affinity.

Keywords: artificial intelligence, computer translation, neural networks, deep learning.

JEL classification code: C6, C 60.

Wprowadzenie

Pomysł budowy maszyny, która mogłaby wspomagać przekład z jednego języka na drugi narodził się prawdopodobnie po raz pierwszy w głowie

radzieckiego inżyniera o polskim pochodzeniu – Piotra Trojańskiego, który w 1933 roku opatentował projekt budowy przeznaczonego do tego celu urządzenia elektromechanicznego. Bez wątpienia Trojański swoim pomysłem zdecydowanie wyprzedził epokę, w której przyszło mu żyć, ponieważ jego wynalazek nie spotkał się z należytym zainteresowaniem i w związku z tym popadł w zapomnienie, podobnie zresztą jak sam jego autor. O Trojańskim przypominano sobie dopiero w latach 60. ubiegłego wieku, gdy w Związku Radzieckim ruszyły na dobre prace nad przekładem komputerowym.

Tymczasem zaraz po zakończeniu Drugiej Wojny Światowej w Stanach Zjednoczonych pojawiło się bardzo duże zapotrzebowania na tłumaczenie różnego typu tekstów zapisanych w języku rosyjskim – po prostu Amerykanie byli żywotnie zainteresowani wszystkim, co wówczas działo się w Związku Radzieckim. Niestety, w owym czasie amerykańskie uniwersytety nie były w stanie wykształcić w stosunkowo krótkim czasie dostatecznej liczby absolwentów filologii rosyjskiej, a jednocześnie zapotrzebowanie na nich było ogromne.

Krótka historia badań nad przekładem komputerowym

W roku 1947 amerykański kryptograf – Warren Weaver w liście skierowanym do cybernetyka Norberta Wienera wspomniał o potencjalnej możliwości zastosowania dopiero co powstałych komputerów do tłumaczenia tekstów rosyjskich na język angielski. Weaver rozumował wówczas prawdopodobnie w sposób dość naiwny, gdyż sądził, że przekład komputerowy ma wiele wspólnego z łamaniem szyfrów. Stwierdził nawet, że każdy tekst zapisany w języku rosyjskim jest tak naprawdę tekstem zapisanym w języku angielskim, tylko że zaszyfrowanym przy użyciu pewnych symboli (w tym wypadku liter cyrylicy). Wszystko miało zatem sprowadzać się do „złamania" tego szyfru, co poskutkowałoby odczytaniem zadanego tekstu w języku angielskim[3].

Dwa lata później, w 1949 roku, w Carlsbad w Nowym Meksyku Weaver ogłosił swoje słynne memorandum zatytułowane „przekład". W memorandum tym wzywał świat amerykańskiej nauki do podjęcia poważnych badań nad możliwościami zautomatyzowania przekładu za pomocą maszyn cyfrowych. Memorandum Weavera spotkało się z dużym zainteresowaniem wśród

[3] Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

amerykańskich uczonych i wiele przodujących ośrodków naukowych podjęło w tym zakresie intensywne badania.

Najbardziej spektakularnym wynikiem badań prowadzonych nad przekładem automatycznym był publicznie przeprowadzony eksperyment, który odbył się w dniu 7 stycznia 1954 roku w Georgetown. Podczas rozważanego pokazu komputer typu mainframe IBM 701 przetłumaczył na język angielski kilkadziesiąt rosyjskich zdań z wybranych obszarów nauki i techniki. Na owe czasy była to wielka sensacja, choć z dzisiejszej perspektywy wszystko przedstawia się raczej dość mizernie. Mianowicie komputer przetłumaczył na język angielski kilkadziesiąt prostych rosyjskich zdań, które zostały zakodowane na kartach perforowanych. Posługiwał się przy tym słownikiem zawierającym około 250 haseł i wykorzystywał zaledwie 16 prostych reguł gramatycznych. Ponadto tajemnica odniesionego sukcesu polegała głównie na tym, że rosyjskie zdania, które podlegały tłumaczeniu, zostały uprzednio odpowiednio wyselekcjonowane, tak aby następnie komputer mógł je poprawnie przetłumaczyć na język angielski[4].

Po pokazie z Georgetown w Stanach Zjednoczonych zapanowała swoista euforia związana z przekładem komputerowym. Powszechnie można było wówczas spotkać wypowiedzi, że zawód tłumacza ostatecznie całkowicie zaniknie w przeciągu najbliższych kilkunastu lat, ponieważ ten rodzaj działalności ludzkiej stanie się wyłącznie domeną maszyn cyfrowych.

Niestety, mijały kolejne lata, a złożone zdecydowanie na wyrost obietnice w żaden sposób nie znajdowały pokrycia w rzeczywistości. Wręcz przeciwnie cała dziedzina przekładu komputerowego wciąż znajdowała się „w powijakach". Za taki stan rzeczy odpowiadał głównie ówczesny niski poziom techniki, a zwłaszcza elektroniki, w której swoista „rewolucja" miała się dopiero dokonać. Nie można tutaj zapomnieć o fakcie, że pierwszy układ scalony, zawierający raptem kilka tranzystorów bipolarnych, pojawił się dopiero w roku 1961, a pierwszy mikroprocesor INTEL 4004, zbudowany z zaledwie 2400 tranzystorów, światło dzienne ujrzał dopiero w roku 1971.

Ostatecznie po pierwszych latach szalonej euforii nadszedł nieubłagalnie czas bezlitosnej krytyki. W roku 1959 izraelski filozof i lingwista Jehoszua Bar-Hillel opublikował artykuł, w którym poddał bardzo mocnej krytyce w ogóle sam pomysł wykorzystania komputerów do tłumaczenia pomiędzy językami naturalnymi. Badacz ten twierdził, że po to, aby móc jakiś tekst przetłuma-

[4] Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications*, London, 1986.

czyć, trzeba najpierw go zrozumieć, a do tego potrzebna jest ogólna wiedza o świecie, inteligencja i zdrowy rozsądek. Niestety, jego zdaniem, wbudowanie w komputer ani ogólnej wiedzy o świecie, ani zdrowego rozsądku nie będzie nigdy możliwe, co automatycznie implikuje niemożność utworzenia komputerowego tłumacza.

W 1964 roku rząd Stanów Zjednoczonych powołał specjalną komisję, określaną skrótem ALPAC (ang. Automatic Language Processing Advisory Committee), której celem było zbadanie dotychczasowego postępu dokonanego w dziedzinie lingwistyki komputerowej, a w szczególności w obszarze tłumaczenia komputerowego. W roku 1966 komisja ALPAC wydała swój raport, który był, krótko mówiąc, wręcz druzgocący. Ogólnie rzecz ujmując, raport ów stwierdzał, że dalsze prowadzenie badań nad automatyzacją przekładu nie ma już najmniejszego sensu i jest to czyste marnowanie czasu i pieniędzy. W raporcie ALPAC stwierdzono, że komputery nigdy nie będą tłumaczyć tak dobrze jak ludzie, a co ważniejsze, nie ma już potrzeby prowadzenia tego typu badań, ponieważ do tego czasu w Stanach Zjednoczonych zdołano już wykształcić dostateczną liczbę tłumaczy języka rosyjskiego.

Po wydaniu przez ALPAC rozważanego raportu zainteresowanie przekładem komputerowym zmalało praktycznie do zera i całe lata 70. ubiegłego wieku stanowiły *de facto* dekadę zastoju w rozważanej dziedzinie. Zaistniały stan rzeczy można porównać do analogicznego zastoju, który nastąpił w podobnym okresie w dziedzinie sztucznych sieci neuronowych po ukazaniu się w 1969 roku książki autorstwa Minsky'ego i Paperta, w której dokonano poważnej krytyki samego pomysłu budowy sztucznego perceptronu, udowadniając, że jednowarstwowa sieć neuronowa zbudowana z linowych perceptronów nie jest w stanie nauczyć się tak prostej – wręcz elementarnej – funkcji logicznej jak XOR. Niestety, autorzy rozważanej książki nie przewidzieli, że możliwa jest budowa i uczenie wielowarstwowych sieci zbudowanych z nieliniowych neuronów, które mogą nauczyć się aproksymacji dowolnego typu funkcji. Niestety, publikacja Minsky'ego i Paperta wywołała – podobnie jak w tłumaczeniu maszynowym raport ALPAC – zastój w badaniach nad sztucznymi sieciami neuronowymi na dobrych dziesięć lat[5].

Renesans w przekładzie komputerowym nastąpił dopiero w 1977 w Kanadzie, gdy grupa badawcza TAUM uruchomiła na komputerze CDC 7600 program tłumaczący o nazwie METEO. Jak sama nazwa wskazuje, program ten przeznaczony był do automatycznego tłumaczenia komunikatów meteo-

[5] Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

rologicznych i prognoz pogody z języka angielskiego na język francuski. Uzyskiwane za jego pomocą przekłady były na tyle wysokiej jakości, że program ten pracował aż do roku 2001, gdy został zastąpiony systemem nowszej generacji.

Tajemnica sukcesu odniesionego przez grupę badawczą TAUM polegała na tym, że stworzony przez nich system METEO był systemem wyspecjalizowanym, czyli przeznaczonym do tłumaczenia jedynie tekstów o bardzo wąsko określonej tematyce – w tym wypadku związanych z obszarem prognoz meteorologicznych. Pojawienie się systemu METEO było jednocześnie dowodem na to, że przekład komputerowy o odpowiednio wysokiej jakości jest możliwy, dzięki czemu badania w rozważanej dziedzinie ruszyły na nowo i jednocześnie nabrały dużego rozmachu i tempa.

Podstawowe trudności związane z automatyzacją przekładu

Każdy język naturalny jest systemem w wysokim stopniu wieloznacznym, przy czym rozważana wieloznaczność objawia się dosłownie na każdym z poziomów analizy językowej. Wieloznaczność każdego języka naturalnego występuje obficie na poziomie jego analizy leksykalnej, gdzie wyrazy potrafią posiadać nawet i kilkanaście różnych znaczeń, uzależnionych od kontekstu ich występowania – jako przykład wystarczy chociażby wspomnieć polskie rzeczowniki, takie jak „zamek", „pokój" czy „pilot".

Wieloznaczność występuje również na poziomie morfologii wyrazów, gdzie niektóre formy fleksyjne całkowicie odmiennych od siebie wyrazów mogą być identyczne. Jako przykład można rozważyć chociażby wyraz „piekło", który równie dobrze może być rzeczownikiem w mianowniku, jak i czasownikiem „piec", użytym w czasie przeszłym w rodzaju nijakim trzeciej osoby liczy pojedynczej. Zresztą wspomniany wyraz „piec" może też być równie dobrze rozpatrywany jako rzeczownik w mianowniku. Tego rodzaju przypadkowe zbieżności form fleksyjnych różnych wyrazów zwykle nie stanowią jakiejś istotnej przeszkody dla posługujących się danym językiem ludzi – choć niekiedy mogą prowadzić do różnych, czasami wręcz zabawnych nieporozumień –wówczas w przypadku komputerowych programów tłumaczących ich występowanie jest już sporym problemem.

Od różnego rodzaju wieloznaczności nie jest wolny również poziom analizy składniowej języka. Dla przykładu rozpatrzmy angielskojęzyczną frazę „little girls school". W tym wypadku można zastanawiać się, czy chodzi tutaj o „małą szkołę dla dziewcząt" czy też o „szkołę dla małych dziewczynek". Roz-

ważana wieloznaczność bierze się stąd, że rozbioru gramatycznego wymienionej frazy można dokonać na dwa alternatywne sposoby.

Co więcej, wieloznaczność języka naturalnego często objawia się również na poziomie jego analizy semantycznej. Na przykład w przypadku języka niderlandzkiego, w wyniku jego historycznego rozwoju, całkowicie zanikły formy trybu przypuszczającego czasowników, których rolę przejęły formy czasu przeszłego. Z tego powodu przykładowe niderlandzkie zdanie: „Als ik jong was, had ik geld" można przetłumaczyć zarówno jako: „Gdy byłem młody, to miałem pieniądze", jak i: „Gdybym był młody, to miałbym pieniądze". Oczywiście, oba zdania w języku polskim znaczą coś zgoła odmiennego, ponieważ w pierwszym przypadku stwierdzamy tylko pewien fakt z przeszłości, a w drugim sobie jedynie gdybamy. Natomiast to, jak należy przytoczone niderlandzkie zdanie rozumieć, zależy wyłącznie od kontekstu jego występowania.

Rozważana dotychczas wieloznaczność języków naturalnych nie jest jedyną przeszkodą stojącą na drodze do budowy wysokiej jakości tłumaczy komputerowych. Nie mniejsze kłopoty sprawia odmienność systemów słownictwa języka źródłowego i języka docelowego przekładu. Słownictwo każdego języka naturalnego jest bardzo złożonym systemem, który wyewoluował w sposób zupełnie swobodny w trakcie historycznego rozwoju danego języka. Z tego powodu systemy słownictwa różnych języków mogą znacznie różnić się pomiędzy sobą. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest często występująca sytuacja, w której wyrazy jednego języka nie posiadają swoich dokładnych odpowiedników w drugim języku, a jedynie ich pola semantyczne w jakimś stopniu jedynie częściowo na siebie nachodzą. Szczególnie kłopotliwa sytuacja dla systemów komputerowego przekładu ma miejsce, gdy dany wyraz języka źródłowego może zostać przetłumaczony jedynie poprzez jego hiponimy w języku docelowym, ponieważ w języku tym nie ma on swego bezpośredniego odpowiednika[6].

Powszechnie znanym faktem jest występowanie w językach eskimoskich nawet i kilkunastu różnych określeń na odmienne rodzaje śniegu, podczas gdy języki indoeuropejskie w ogóle nie stosują tego typu rozróżnień („śnieg" to dla większości z nas po prostu „śnieg"). Analogicznie w języku arabskim występuje wiele różnych określeń na odmienne rodzaje piasku. Taki stan rzeczy jest bezpośrednią konsekwencją faktu, że żaden język naturalny nie występuje w próżni, lecz powiązany jest bezpośrednio z konkretną lokalną kulturą.

---

[6] Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1989.

Edward Sapir i Benjamin Lee Whorth stwierdzają wręcz, że język, jakim dana osoba na co dzień się posługuje, determinuje jej sposób percepcji otaczającego ją świata.

Interesujący przykład w tym względzie pochodzi z języka szwedzkiego. Otóż, polski rzeczownik „dziadek" nie ma w języku szwedzkim swego bezpośredniego odpowiednika i przetłumaczony może zostać jedynie za pomocą swych hiponimów: „morfar" (dziadek ze strony matki) bądź „farfar" („dziadek ze strony ojca"). Jak widać, w opisie koligacji rodzinnych język szwedzki jest bardziej precyzyjny od języka polskiego, ponieważ od razu przekazywana jest informacja, o którego z dwóch dziadków chodzi. Na marginesie warto wspomnieć, że polski rzeczownik „pradziadek" w języku szwedzkim posiada aż cztery hiponimy: „mormorfar", „morfarfar", „farmorfar", „farfarfar". Analogicznie, polski hiperonim „prapradziadek" ma odpowiednio aż osiem hiponimów w języku szwedzkim, czyli dokładnie tyle, ilu ma się maksymalnie prapradziadków, przy czym każdy z nich określany jest odrębnym wyrazem.

Nie mniejszy problem dla systemów komputerowego przekładu stanowią różnice występujące pomiędzy systemami gramatycznymi różnych języków, zwłaszcza w sytuacji, gdy są to języki odległe w sensie ich klasyfikacji genetycznej. Na przykład powszechna w językach indoeuropejskich i semickich kategoria rodzaju gramatycznego (męskiego, żeńskiego i niekiedy również neutralnego) nie jest w ogóle znana w językach uralskich, ałtajskich, chińskich, tybetańskich, birmańskich, tajskich, austronezyjskich, austroazjatyckich, a także w takich językach jak koreański i japoński. Taki stan rzeczy może sprawiać sporo problemów podczas prób zautomatyzowania przekładu pomiędzy językami o odmiennych systemach gramatycznych.

Ponieważ w języku węgierskim w ogóle nie występuje kategoria rodzaju gramatycznego, następujące węgierskie zdanie: „Ő egy magyar" może równie dobrze zostać na język polski przełożone jako: „On jest Węgrem" albo jako: „Ona jest Węgierką". Trzeba dopiero dysponować szerszym kontekstem występowania rozważanego węgierskiego zdania, ewentualnie należy posiadać stosowną informację o naturze ekstralingwistycznej, aby móc jednoznacznie rozstrzygnąć, która z podanych powyżej alternatywnych możliwości jest w tym konkretnym przypadku poprawna. Człowiek – tłumacz w tego rodzaju sytuacjach zwykle sobie jakoś poradzi, natomiast zautomatyzowanie w ogólnym przypadku tego rodzaju wnioskowania na podstawie analizy kontekstu występowania danej wypowiedzi wyraźnie zahacza już o dziedzinę powieści w gatunku *science fiction*.

Wymienione powyżej przyczyny sprawiają, że przekład komputerowy jest niezwykle skomplikowanym i bardzo ambitnym przedsięwzięciem. Nic więc dziwnego, że w przeszłości zagadnienie to było już wielokrotnie atakowane z wykorzystaniem różnorodnych podejść – niestety bardzo często z miernymi rezultatami.

Metody przekładu komputerowego

Do historycznie najstarszych metod przekładu komputerowego zaliczane jest podejście oparte na regułach RBMT (ang. Rule-Based Machine Translation). Istotą rozważanego podejścia jest próba ujęcia procesu przekładu pomiędzy językami naturalnymi w zbiór precyzyjnie określonych reguł logicznych.

Wśród podejść opartych na regułach zdecydowanie największą popularność zdobyła metoda transferu struktur morfosyntaktycznych TBMT (ang. Transfer-Based Machine Translation). W rozważanym podejściu przekład tekstu zapisanego w jednym języku naturalnym na drugi język dokonywany jest w trzech etapach. W etapie pierwszym ma miejsce analiza zdania zapisanego w języku źródłowym przekładu, a następnie dokonywane jest jego przekształcenie do swego rodzaju abstrakcyjnej reprezentacji powiązanej z językiem źródłowym. Z kolei drugi etap omawianego procesu nazywany jest transferem, podczas którego następuje przekształcenie rozważanej abstrakcyjnej reprezentacji zdania z postaci charakterystycznej dla języka źródłowego na postać charakterystyczną już dla języka docelowego przekładu. Podczas transferu dokonywana jest najczęściej zmiana kolejności występowania elementów składowych zdania, zgodnie z regułami składniowymi języka docelowego przekładu. Wreszcie w etapie trzecim ma miejsce proces syntezy, podczas którego z przekształconej uprzednio abstrakcyjnej reprezentacji generowane jest już zdanie w języku docelowym przekładu[7].

Niestety, metoda transferu, pomimo swej popularności, nie spełniła w większości przypadków pokładanych w niej nadziei, gdyż jakość uzyskiwanych tą drogą przekładów nie była zadowalająca. Jedynym wyjątkiem w tym względzie jest tłumaczenie pomiędzy językami blisko ze sobą spokrewnionymi w sensie ich klasyfikacji genetycznej. Między innymi tego rodzaju pro-

[7] Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

gramy powstały w Hiszpanii w celu zautomatyzowania tłumaczenia tekstów pomiędzy blisko ze sobą skoligaconymi językami hiszpańskim i katalońskim.

Jednocześnie niemożność, w ogólnym przypadku, skutecznego ujęcia procesu przekładu pomiędzy językami naturalnymi w kompletny zbiór reguł logicznych może być postrzegana jako swego rodzaju syndrom porażki intelektu ludzkiego w konfrontacji z tak trudnym zadaniem, jakim jest zalgorytmizowanie i zautomatyzowanie tłumaczenia z jednego języka naturalnego na inny.

Ponieważ próby budowy systemów opartych na regułach w zdecydowanej większości przypadków nie zakończyły się oczekiwanym sukcesem, zaczęto w translacji maszynowej poszukiwać podejść alternatywnych. W ten sposób narodziło się podejście oparte na statystyce SBMT (ang. Statistical-Based Machine Translation).

W rozważanym podejściu trzeba dysponować dwoma modelami statystycznymi. Pierwszy z nich nazywany jest statystycznym modelem języka, a drugi statystycznym modelem przekładu. Załóżmy, że w pewnym języku L mamy zadane zdanie Z. W takim wypadku statystyczny model języka udziela odpowiedzi na pytanie, jak wysokie jest prawdopodobieństwo P, że rozważane zdanie Z pojawi się w korpusie tekstów danego języka naturalnego L. W praktyce tego rodzaju prawdopodobieństwo P jest jedynie aproksymowane jako iloczyn bigramów lub trigramów (zdecydowanie rzadziej) stanowiących budulec naszego zdania Z. W konsekwencji uzyskana wartość prawdopodobieństwa P może być obarczona znacznym błędem. Z kolei statystyczny model przekładu pozwala na oszacowanie wartości prawdopodobieństwa warunkowego P(S|T), że tekst w języku docelowym T jest tłumaczeniem tekstu w języku źródłowym S[8].

W podejściu opartym na statystyce istotna jest wartość iloczynu prawdopodobieństw, wynikających odpowiednio ze statystycznego modelu języka i statystycznego modelu przekładu. Celem jest taki dobór przekładu zdania w języku źródłowym na język docelowy, aby rozważany iloczyn prawdopodobieństw przyjmował wartość możliwie największą. Co istotne, w przypadku podejścia opartego na statystyce nie jest przeprowadzana żadna analiza gramatyczna (ani tym bardziej semantyczna) tłumaczonego zdania. Po prostu kolejne wyrazy tłumaczonego zdania traktowane są jako obiekty podlegające zjawiskom statystycznym, doty-

[8] Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications*, London, 1986.

czącym częstości ich występowania i wzajemnego umiejscowienia w tłumaczonym zdaniu.

Niestety, również i systemy oparte na zastosowaniu metod statystycznych nie spełniły pokładanych w nich pierwotnie nadziei i raczej nie wyszły poza fazę eksperymentów laboratoryjnych. Istotnym przełomem było pojawienie się dopiero w 1984 roku idei tłumaczenia opartego na przykładach EBMT (ang. Example-Based Machine Translation). Sam pomysł narodził się w Japonii w związku z dużym zainteresowaniem tłumaczeniem komputerowym pomiędzy językami japońskim i angielskim, a jego autorem był Makoto Nagao. Ponieważ pomiędzy systemami gramatycznymi wymienionych języków zachodzą liczne fundamentalne różnice, badacz ten doszedł do wniosku, że w takim wypadku metody oparte na regułach nie mogą być skuteczne i dokonywanie analizy gramatycznej tłumaczonych zdań nie ma większego sensu.

Istota podejścia opartego na przykładach polega na wykorzystaniu korpusów równoległych o bardzo dużej objętości, w których zawarty jest dorobek translatorski wielu tłumaczy – po prostu są to teksty, które ktoś kiedyś w przeszłości już przetłumaczył. Jeśli obecnie zachodzi potrzeba przetłumaczenia jakiegoś zdania, to najpierw należy sprawdzić, czy przypadkiem takie zdanie nie występuje już w części źródłowej rozważanego korpusu. Jeśli tak, to w takim wypadku należy w miejsce rozpatrywanego zdania podstawić jego odpowiednik w języku docelowym przekładu. Istnieje bardzo wysokie prawdopodobieństwo, że tak uzyskany przekład będzie przekładem poprawnym (niestety wieloznaczność języka naturalnego występująca na poziomie semantycznym nie daje tutaj stuprocentowej gwarancji, ponieważ dane zdanie, występując w różnych kontekstach, może niekiedy mieć całkowicie odmienne znaczenie)[9].

W przypadku prostych zdań tego rodzaju podejście może zakończyć się sukcesem, jednak jeśli mamy do czynienia z dłuższymi zdaniami to prawdopodobieństwo ich odnalezienia w części źródłowej korpusu bilingwicznego jest niewielkie i do tego bardzo szybko maleje wraz ze wzrostem długości zdania. Tym, co może skutecznie być odnajdywane w części źródłowej dwujęzycznego korpusu, są frazy o długości kilku wyrazów. To właśnie takie dwu, trzy i czterowyrazowe frazy są podstawowym budulcem wszelkiego typu wypowiedzi językowych. Gdy mówimy

[9] Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London, 1994.

to właśnie przywołujemy z pamięci tego rodzaju kilkuwyrazowe frazy, które następnie łączymy zgodnie z regułami gramatyki danego języka (na przykład uzgadniają ich rodzaj gramatyczny bądź formę osoby gramatycznej lub rodzaj przypadku gramatycznego). Wydaje się zatem podejściem sensownym przeniesienie poziomu translacji automatycznej z poziomu izolowanych wyrazów właśnie do poziomu kilkuwyrazowych fraz, stanowiących w sposób naturalny logiczne jednostki, z których tworzone jest zdanie[10].

Z pozoru zaproponowane podejście wygląda bardzo sensownie, jednak problemem, który trzeba skutecznie rozwiązać pozostaje wyszukiwanie w części docelowej korpusu odpowiedników semantycznych fraz, z których zbudowane jest zdanie, które chcemy przetłumaczyć. Długo nie potrafiono rozwiązać w zadowalający sposób wymienionego mankamentu metody opartej na przykładach. Przełomem było dopiero wprowadzenie do tłumaczenia komputerowego sztucznych sieci neuronowych.

Pierwotnie nikt prawdopodobnie nie myślał, że technika sztucznych sieci neuronowych może być w ogóle użyta do przetwarzania języka naturalnego, a w szczególności do tłumaczenia komputerowego, ponieważ sztuczne sieci neuronowe, takie jakie przynajmniej znamy w ich klasycznej postaci, do realizacji tego rodzaju zadań po prostu się nie nadają. Przełomem było wprowadzenie kilkanaście lat temu sztucznych sieci neuronowych o architekturze głębokiej i wypracowanie efektywnych metod uczenia głębokiego (ang. deep learning).

Samo uczenie głębokie jest jedną z technik uczenia maszynowego (ang. machine learning), która stosowana jest w odniesieniu do sztucznych sieci neuronowych zbudowanych z bardzo wielu warstw[11]. Wartym wspomnienia jest fakt, że jeszcze kilkanaście lat temu powszechnie twierdzono, że budowa sieci nieliniowych o większej liczbie warstw niż trzy nie ma najmniejszego sensu, ponieważ sieci trójwarstwowe są w stanie nauczyć się aproksymacji dowolnej funkcji, a dokładanie kolejnych warstw wydłuża tylko czas obliczeń związanych z realizacją algorytmu wstecznej propagacji błędu (ang. Back propagation)[12]. Obecnie sztuczne sieci neuronowe o strukturze głębokiej stosowane są powszechnie w obszarze klasyfikacji

[10] Gajer M., *Wielojęzyczne systemy automatycznego przekładu oparte na metodzie wzorców translacyjnych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2008.

[11] Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

[12] Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

i analizy danych oraz rozpoznawania wzorców. Około dziesięciu lat temu techniki uczenia głębokiego zaczęto stosować również w zagadnieniach związanych z przetwarzaniem tekstów zapisanych w języku naturalnym. W szczególności podjęto pierwsze próby z zastosowaniem sieci głębokich do przetwarzania tekstów zapisanych w języku naturalnym na inny język. Obecnie zdecydowanym liderem w tego rodzaju działalności badawczej jest działająca na obszarze Niemiec firma DeepL.

Neuronowy translator DeepL

Niemiecka firma DeepL GmbH, mająca swą siedzibę w Kolonii, w dniu 28 sierpnia 2017 udostępniła darmowo usługę tłumaczenia komputerowego (tłumaczenie większej liczby dokumentów wymaga jednak wykupienia stosownego abonamentu). Rozważana firma została założona w 2008 roku przez Gereona Frahliga i Leonarda Finka, którzy uprzednio pracowali w Google.

Przez ponad dziesięć lat działalność firmy sprowadzała się do budowy słowników frazeologicznych i gromadzenia baz danych z korpusami dla ponad dwudziestu języków. Ostatecznie udało się zgromadzić około miliarda różnych angielskich zdań wraz z ich tłumaczeniami na inne języki. Zebrane korpusy równoległe posłużyły następnie do wytrenowania głębokich sztucznych sieci neuronowych. Aby proces treningu mógł zostać przeprowadzony w rozsądnych ramach czasowych potrzebne było do tego dysponowanie potężnymi mocami obliczeniowymi.

Firma DeepL GmbH zastosowała w tym celu superkomputer o mocy obliczeniowej przekraczającej 5 petaflopów (1 petaflop to biliard operacji wykonywanych na danych zmiennoprzecinkowych w ciągu jednej sekundy). Rozważany superkomputer znajduje się w ścisłej czołówce tego typu urządzeń na świecie. Oczywiście, generuje on również potężne zapotrzebowanie na energię elektryczną, co związane jest nie tylko z pracą elektronicznych układów cyfrowych podczas przeprowadzanych obliczeń, ale również z koniecznością ich intensywnego chłodzenia. Aby proces tłumaczenia komputerowego był możliwie w największym stopniu przyjazny dla środowiska, rozważany superkomputer został umieszczony na terytorium Islandii, co znacznie ułatwia jego chłodzenie i redukuje wydatnie potrzebne do tego ilości energii. Dodatkowo superkomputer ten zasilany jest w całości z elektrowni wodnej, więc jego praca nie przyczynia się do emisji dwutlenku węgla oraz innych zanieczyszczeń do atmosfery ziemskiej.

Innowacyjnym posunięciem firmy DeepL GmbH było zastosowanie konwolucyjnych głębokich sieci neuronowych typu CNN (uprzednio na potrzeby przetwarzania języka naturalnego stosowane były wyłącznie głębokie sieci rekurencyjne). Niestety firma DeepL GmbH nie zdradza żadnych szczegółów związanych z zastosowaną przez siebie topologią sieci CNN. Wiadomo tylko, że wprowadzono tam liczne niespotykane dotychczas modyfikacje struktury połączeń neuronów rozważanych sieci, ale z oczywistych względów pozostaje to pilnie strzeżoną tajemnicą firmy.

Obecnie system DeepL umożliwia tłumaczenie komputerowe w obu kierunkach pomiędzy językiem angielskim i 23 innymi językami. Uwzględnione w systemie DeepL języki należą do różnych grup języków indoeuropejskich oraz do rodzin językowych innych niż rodzina indoeuropejska. W szczególności system DeepL obejmuje następujące języki słowiańskie: rosyjski, polski, czeski, słowacki, słoweński i bułgarski. Z języków należących do grupy romańskiej w systemie DeepL uwzględniono następujące języki: hiszpański, francuski, włoski, portugalski (wersja europejska), portugalski (wersja brazylijska) i rumuński. Z kolei z języków należących do grupy germańskiej system DeepL obejmuje języki takie jak: angielski (wersja europejska), angielski (wersja amerykańska), niemiecki, niderlandzki, szwedzki i duński. Z pozostałych języków rodziny indoeuropejskiej, nie należących do żadnej z wymienionych uprzednio grup, uwzględniono dodatkowo takie języki jak: grecki, litewski i łotewski. System DeepL obejmuje także języki nie należące do rodziny indoeuropejskiej, do których zalicza się takie języki jak: chiński, japoński, węgierski, fiński i estoński.

System DeepL umożliwia tłumaczenie w dowolnie wybranym kierunku pomiędzy dowolnie wybraną parą języków, jednak gdy są to języki inne niż język angielski, to tłumaczenie realizowane jest zawsze dwuetapowo. Przykładowo, jeśli chcemy przetłumaczyć tekst zapisany w języku francuskim na język czeski, to najpierw jest on tłumaczony w systemie DeepL na język angielski, a dopiero później na podstawie wygenerowanego uprzednio w języku angielskim tekstu tworzony jest finalny tekst w języku docelowym przekładu, czyli w tym wypadku – czeskim. Oczywiście, taka dwuetapowa realizacja przekładu może przyczynić się do pewnego obniżenia jego jakości, co będzie jeszcze przedmiotem dalszej dyskusji.

Translator DeepL jest obecnie zdecydowanie najlepszym programem w gronie translatorów komputerowych i decydując się na automatyczne

tłumaczenie tekstu jest obecnie w zasadzie jedynym racjonalnym wyborem – po prostu jakakolwiek jego potencjalna konkurencja pozostaje obecnie daleko w tyle. Z perspektywy użytkownika posługującego się językiem polskim jako językiem ojczystym, najczęściej wykorzystywanym kierunkiem tłumaczenia jest przekład z języka polskiego na angielski. Sytuacja, w której piszemy artykuł w języku polskim, a następnie tłumaczymy go na język angielski i przesyłamy do bezpośredniej publikacji w materiałach konferencyjnych, nie jest już bynajmniej jedynie marzeniem urzeczywistniającym się gdzieś w powieściach z gatunku *science fiction* – to jest już jak najbardziej realna dla nas rzeczywistość. Według zaprzyjaźnionego z autorami tłumacza przysięgłego system DeepL tłumaczy na czwórkę z plusem. Oznacza to, że tylko bardzo dobrzy profesjonalni tłumacze są w stanie zadanie to wykonać lepiej. Na to jednak potrzeba sporo czasu. Tymczasem program DeepL zaimplementowany na superkomputerze działa wręcz błyskawicznie.

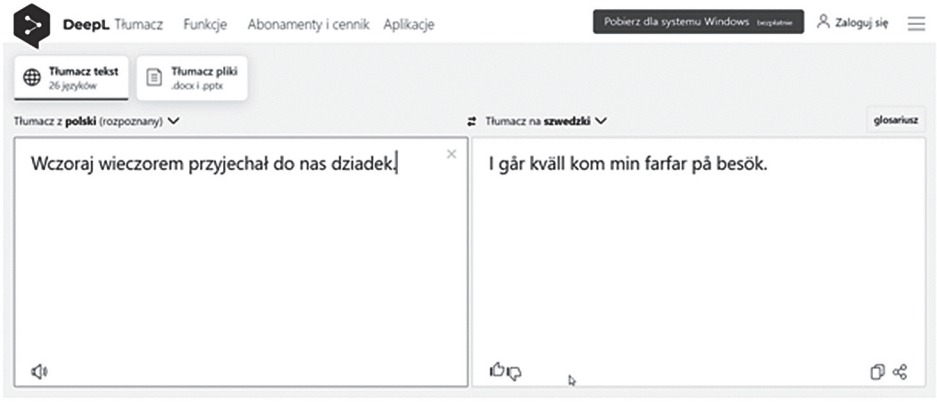
Istotnie, analizując uzyskane za pomocą programu DeepL tłumaczenia polskich tekstów na język angielski najczęściej nie ma po prostu czego poprawiać. Żeby móc wprowadzać jakieś ewentualne poprawki do uzyskanych za pomocą rozważanego programu przekładów, trzeba znać język angielski na naprawdę bardzo wysokim poziomie, czyli w praktyce trzeba mieć ukończone studia filologiczne. Przeciętna osoba, nawet i być może nieźle znająca w praktyce język angielski, raczej nie będzie w stanie wprowadzić już żadnych konstruktywnych poprawek do generowanych przez system DeepL komputerowych przekładów.

Obecnie bardzo wielu tłumaczy zaczęło już powszechnie korzystać z programu DeepL, aczkolwiek stają się oni coraz bardziej świadomi faktu, że tego rodzaju nowe technologie komputerowe mogą w przyszłości odebrać im znaczną część pracy. Czyżby zatem miały spełnić się przepowiednie z lat 50. ubiegłego wieku, że tłumacze stracą pracę i zawód ten ostatecznie zaniknie, jak niegdyś w przeszłości wymarł całkowicie zawód garncarza lepiącego gliniane naczynia? Zapewne trudno jest tutaj udzielić jakąś wyraźnie jednoznaczną odpowiedź. Wydaje się jednak, że przekład uwierzytelniony i zawód tłumacza przysięgłego nadal z nami pozostaną, głównie ze względu na wymogi natury prawnej.

Komputerowy tłumacz DeepL jest dostępny całkowicie za darmo pod adresem https://www.deepl.com/translator. Jeśli wejdziemy na stronę o podanym adresie, nasz ekran przybierze wygląd jak pokazano na rys. 1.

Rysunek 1. Okno komputerowego translatora DeepL

Figure 1. The window of DeepL computer translator



Źródło: https://www.deepl.com/translator
Source: https://www.deepl.com/translator

Współpraca użytkownika z programem DeepL sprowadza się do wklejenia tekstu w języku źródłowym do okienka z lewej strony, przy czym program sam rozpoznaje automatycznie język zadanego do tłumaczenia tekstu. Po chwili w okienku po prawej stronie pojawia się przekład wprowadzonego przez użytkownika tekstu na wybrany przez niego język docelowy. W przykładzie pokazanym na rys. 1 jako język docelowy przekładu wybrano język szwedzki.

Uzyskane za pomocą translatora DeepL zdanie: „I går kväll kom min farfar på besök" jest zbudowane poprawnie pod względem gramatycznym i może zostać jak najbardziej uznane za poprawny przekład polskiego zdania: „Wczoraj wieczorem przyjechał do nas dziadek". Należy jednak zauważyć, jak to już uprzednio zostało zresztą wspomniane, że polski rzeczownik „dziadek" nie ma w języku szwedzkim swego bezpośredniego odpowiednika, tylko musi być tłumaczony przez swe hiponimy. Program DeepL wybrał hiponim „fafraf", który oznacza „dziadka ze strony ojca", choć równie dobrze mógłby w rozważanym przypadku wybrać hiponim „morfar", oznaczający „dziadka ze strony matki".

Jak już wcześniej wspomniano, dla użytkownika języka szwedzkiego nie jest bynajmniej rzeczą obojętną, o którego dziadka w danej sytuacji chodzi i w pewnych okolicznościach uzyskany rezultat może zostać uznany za prze-

kład błędny. Ponieważ polskie zdanie nie udziela żadnej informacji, o którego dziadka tutaj chodzi, oba alternatywne przekłady są potencjalnie poprawne. Dopiero przeprowadzenie odpowiedniego wnioskowania na podstawie szerszego kontekstu występowania rozważanego polskiego zdania mogłoby wykluczyć jedną z podanych możliwości przekładu. Jednak nie wydaje się, aby na obecnym etapie rozwoju nauki i techniki automatyczne przeprowadzanie tego rodzaju wnioskowania było w ogólnym przypadku w ogóle możliwe.

Wynika stąd uwaga ogólniejszej natury, że obiektywnie nie istnieje taki twór, jak przekład idealny i do każdego rzeczywistego przekładu – czy to ludzkiego, czy maszynowego – można zapewne zgłosić jakieś większe bądź mniejsze zastrzeżenia.

To, co jest interesujące w przypadku programu DeepL, to jak sobie radzi w przypadku tłumaczenia na języki nie należące do rodziny indoeuropejskiej, gdzie mamy do czynienia ze zdecydowanie odmiennymi systemami gramatycznymi oraz ze słownictwem, które wyewoluowało w innym obszarze kulturowym. Jak już wspomniano, system DeepL uwzględnia pięć takich języków, do których zalicza się: chiński, japoński, węgierski, fiński i estoński.

Ponieważ stopień znajomości wymienionych języków przez autorów nie pozwala na bezpośrednią ocenę jakości uzyskanych w tych językach przekładów, postanowiono wykonać następujący eksperyment. Zaczerpnięty z Wikipedii przykładowy tekst w języku angielskim przetłumaczono za pomocą programu DeepL na rozważane pięć języków nie należących do indoeuropejskiej rodziny językowej. Następnie uzyskane na drodze automatycznej przekłady zostały ponownie przetłumaczone na język polski. Uzyskane rezultaty zamieszczono poniżej:

Tekst oryginalny w języku angielskim:

The Solar System formed 4.6 billion years ago from the **gravitational collapse** of a giant interstellar **molecular cloud. The vast majority of the system's mass** is in the Sun, with the majority of the remaining mass contained in **Jupiter. The four smaller inner planets, Mercury, Venus, Earth** and **Mars, are terrestrial planets, being primarily composed of rock and metal. The four outer planets are giant planets, being substantially more massive than the terrestrials.**

Przekład rozważanego tekstu na język chiński:

太阳系形成于46亿年前，由一个巨大的星际分子云的引力坍缩而成。该系统的绝大部分质量在太阳中，其余大部分质量包含在木星中。四颗较

小的内行星，水星、金星、地球和火星，是陆地行星，主要由岩石和金属组成。四颗外行星是巨行星，其质量大大超过了陆生行星。

Przekład rozważanego tekstu na język japoński:

太陽系は、46億年前に巨大な星間分子雲の重力崩壊によって誕生した。太陽系の質量の大部分は太陽にあり、残りの質量の大部分は木星に含まれている。内側の4つの小さな惑星、水星、金星、地球、火星は、主に岩石や金属で構成された地球型惑星である。外側の4つの惑星は巨大惑星で、地球型惑星よりもはるかに質量が大きい。

Przekład rozważanego tekstu na język węgierski:

A Naprendszer 4,6 milliárd évvel ezelőtt egy óriási csillagközi molekulafelhő gravitációs összeomlásából alakult ki. A rendszer tömegének túlnyomó többsége a Napban van, a fennmaradó tömeg nagy része pedig a Jupiterben. A négy kisebb belső bolygó, a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars földi bolygók, amelyek elsősorban kőzetből és fémből állnak. A négy külső bolygó óriásbolygó, amelyek lényegesen nagyobb tömegűek, mint a földi bolygók.

Przekład rozważanego tekstu na język fiński:

Aurinkokunta muodostui 4,6 miljardia vuotta sitten jättimäisen tähtienvälisen molekyylipilven painovoiman aiheuttamasta romahduksesta. Valtaosa järjestelmän massasta on Auringossa, ja suurin osa jäljelle jäävästä massasta on Jupiterissa. Neljä pienempää sisäistä planeettaa, Merkurius, Venus, Maa ja Mars, ovat maanpäällisiä planeettoja, jotka koostuvat pääasiassa kivestä ja metallista. Neljä ulompaa planeettaa ovat jättiläisplaneettoja, jotka ovat huomattavasti massiivisempia kuin maanpäälliset planeetat.

Przekład rozważanego tekstu na język estoński:

Päikesesüsteem tekkis 4,6 miljardit aastat tagasi hiiglasliku tähtedevahelise molekulaarpilve gravitatsioonilisest kokkuvarisemisest. Suurem osa süsteemi massist on Päikeses, ülejäänud massist on suurem osa Jupiteris. Neli väiksemat sisemist planeeti – Merkuur, Veenus, Maa ja

Marss – on maapealsed planeedid, mis koosnevad peamiselt kivimitest ja metallidest. Neli välimist planeeti on hiidplaneedid, mis on maapealsetest planeetidest oluliselt massiivsemad.

Przekład uzyskanego tekstu w języku chińskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiezdnego obłoku molekularnego. Zdecydowana większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy zawarta jest w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, o masach znacznie przekraczających masy planet ziemskich.

Przekład uzyskanego tekstu w języku japońskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się masywnego międzygwiezdnego obłoku molekularnego. Większość masy Układu Słonecznego jest zawarta w Słońcu, a większość pozostałej masy jest zawarta w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Zewnętrzne cztery planety to planety olbrzymie, o wiele masywniejsze niż planety ziemskie.

Przekład uzyskanego tekstu w języku węgierskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiezdnego obłoku molekularnego. Ogromna większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metalu. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, które są znacznie masywniejsze niż planety ziemskie.

Przekład uzyskanego tekstu w języku fińskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się olbrzymiego międzygwiezdnego obłoku molekularne-

go. Większość masy układu znajduje się w Słońcu, a większość pozostałej masy w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne: Merkury, Wenus, Ziemia i Mars są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne są planetami olbrzymimi, znacznie masywniejszymi od planet ziemskich.

Przekład uzyskanego tekstu w języku estońskim na język polski:

Układ Słoneczny powstał 4,6 miliarda lat temu w wyniku grawitacyjnego zapadnięcia się gigantycznego międzygwiezdnego obłoku molekularnego. Większość masy układu znajduje się w Słońcu, a reszta w Jowiszu. Cztery mniejsze planety wewnętrzne – Merkury, Wenus, Ziemia i Mars – są planetami lądowymi, składającymi się głównie ze skał i metali. Cztery planety zewnętrzne to planety olbrzymie, które są znacznie masywniejsze niż planety lądowe.

Uzyskane powyżej wyniki przeprowadzonych eksperymentów zaskakują bardzo pozytywnie. Oczywiście, w każdym z rozpatrywanych pięciu przypadków uzyskane w języku polskim teksty nieco się pomiędzy sobą różnią, chociaż w zasadzie są to detale o naturze wręcz kosmetycznej i nie mają w tym wypadku większego znaczenia. Każdy z uzyskanych pięciu przekładów w języku polskim jest bardzo wysokiej jakości i w zasadzie bez żadnych już poprawek może zostać skierowany bezpośrednio do jego odbiorców (na przykład poprzez publikację w prasie bądź na stronie internetowej).

Uzyskane rezultaty są tym bardziej zaskakujące jeśli uświadomimy sobie, ile etapów tłumaczenia maszynowego musiało zostać wykonanych, zanim tekst zapisany w języku angielskim, poprzez język nie będącym językiem indoeuropejskim, został przełożony na język polski. Przykładowo, tekst zapisany w języku angielskim najpierw został przetłumaczony na język węgierski, później ponownie na angielski i dopiero z angielskiego na polski. Jest rzeczą wręcz zdumiewającą, że pomimo występowania aż trzech etapów tłumaczenia maszynowego nie nastąpiła w zasadzie żadna utrata zawartych w rozważanym tekście informacji i nie nastąpiło obniżenie ogólnej jakości rozważanego tekstu.

Wnioski końcowe

Kończąc niniejszy artykuł można z nieskrywaną dumą stwierdzić, że zagadnienie przekładu komputerowego zostało po ponad 60 latach intensywnie

prowadzonych badań ostatecznie pomyślnie rozwiązane. Obecnie komputery są już w stanie tłumaczyć teksty pomiędzy językami naturalnymi prawie tak dobrze, jak robią to ludzie. Dzięki programowi DeepL zlecanie tłumaczeń tekstów, które nie muszą zostać przetłumaczone w sposób uwierzytelniony jest obecnie całkowicie nieopłacalne ponieważ nie ma żadnej gwarancji, że człowiek wykona dane zadanie w sposób istotnie lepszy od komputera, a będzie to z pewnością trwało znacznie dłużej i dodatkowo wygeneruje spore koszty. Ponadto w zdecydowanej większości przypadków wprowadzane przez człowieka poprawki są raczej natury wręcz kosmetycznej i w zasadzie nie mają żadnego istotnego znaczenia – a zatem kierowanie uzyskanych za pomocą programu DeepL przekładów do korekty może być w licznych przypadkach po prostu grą niewartą świeczki.

To, co jest wręcz zdumiewające, to fakt, że jakość przekładu komputerowego w przypadku systemu DeepL jest w zasadzie niezależna od stopnia genetycznego pokrewieństwa czy też typologicznego podobieństwa języka źródłowego i języka docelowego przekładu[13]. Jak wynika z przeprowadzonego eksperymentu, nawet w przypadku języków w ogóle ze sobą niespokrewnionych, jak polski i chiński (w przypadku języka japońskiego i języków ugrofińskich tzw. teoria nostratyczna mówi o możliwym bardzo odległym ich pokrewieństwie z językami indoeuropejskimi) uzyskiwane za pośrednictwem systemu DeepL przekłady nie tracą nic na jakości. Stanowi to jednocześnie zaprzeczenie głoszonych dawniej powszechnie poglądów, że genetyczna bliskość języków źródłowego i docelowego przekładu jest w tłumaczeniu maszynowym sprawą kluczową. Tak było zapewne w przypadku systemów opartych na regułach, gdzie dokonywany był transfer struktur morfosyntaktycznych języka, wówczas podobieństwo gramatyk obu języków miało istotny wpływ na jakość przekładu, jednak w przypadku uczenia maszynowego ten czynnik wydaje się być już nieistotny[14]. Jest to też bezpośrednią konsekwencją przeniesienia tłumaczenia komputerowego z poziomu pojedynczych wyrazów na poziom dłuższych kilkuwyrazowych fraz. Pojedyncze wyrazy są zwykle wieloznaczne, natomiast dopiero kilkuwyrazowe frazy są prawdziwymi nośnikami znaczeń i w ogólności szerszego sensu utworzonych z nich wypowiedzi językowych.

[13] Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2004.

[14] Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.

Literatura:

1. Arnold D., Balkan L., Meijer S., Humphreys R. L., Sadler L., *Machine translation: an introductory guide*, NCC Blackwell, London 1994.
2. Gajer M., *Wielojęzyczne systemy automatycznego przekładu oparte na metodzie wzorców translacyjnych*, „Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH", Kraków 2008.
3. Hutchins W. J., *Machine translation – past, present, future, Ellis Horwood Series in Computers and Their Applications*, London 1986.
4. Majewicz A. F., *Języki świata i ich klasyfikowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1989.
5. Milewski T., *Językoznawstwo*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
6. Patterson J., Gibson A., *Deep learning – praktyczne wprowadzenie*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.
7. Raschka S., *Python – uczenie maszynowe*, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2018.