

3. Przewodnik po tekście Turinga w postaci pytań i odpowiedzi

§1. Test Turinga

01. Dlaczego Autor uważa za niebezpieczne, a nawet absurdalne, wychodzenie od definicji sprawozdawczych terminów „maszyna” i „myśleć”?

I propose to consider the question, "Can machines think?" This should begin with definitions of the meaning of the terms "machine" and "think." The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words "machine" and "think" are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd.

Autor poprzestaje na samym stwierdzeniu, nie podając uzasadnienia, trzeba więc traktować odpowiedź jako domyślną. Domyślamy się dwóch wad takiego postępowania: (i) jest praktycznie niewykonalne przeprowadzenie potrzebnej do tego celu ankiety; (ii) ankieta taka przyniosłaby nie jedną, lecz wiele niezgodnych wzajem odpowiedzi.

02. Jak nazywa się w metodologii nauk ten rodzaj definicji, który Autor proponuje w następującym tekście?

Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the 'imitation game.' It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an interrogator (C) who may be of either sex. The interrogator stays in a room apart from the other two. The object of the game for the interrogator is to determine which of the other two is the man and which is the woman. He knows them by labels X and Y, and at the end of the game he says either "X is A and Y is B" or "X is B and Y is A."

Ze względu na *stosunek do zastanego języka*, jest to **definicja regulująca**. To znaczy: proponująca dla istniejącego w danym języku terminu znaczenie możliwie bliskie (*closely related*) zastanemu, ale na tyle ulepszone, żeby termin przez nią zdefiniowany nie był tak wieloznaczny czy niejasny (*ambiguous*), jak równobrzmiące z nim wyrażenie zastane.

Ze względu na *procedurę* definiowania, jest to **definicja operacyjna**, mająca zastosowanie w definiowaniu cech zwanych dyspozycjami (np. magnetyczność jest dyspozycją do przyciągania obiektów z żelaza; inteligencja jest dyspozycją do trafnego rozwiązywania problemów). Definicja operacyjna predykatu P opisuje, jak zachowuje się (reaguje) obiekt nim określany w takich to a takich oddziałujących nań warunkach (bodźcach), co stanowi wyjaśnienie, na czym polega dyspozycja do danego zachowania.

Ze względu na strukturę czyli *formę*, definicja operacyjna jest zwykle **definicją cząstkową**, tzn. podaną nie w formie równoważności czy równości lecz w formie implikacji (w więc zdania warunkowego).

Przedmiotem definicji operacyjnej może być także relacja, np. ta oddana zwrotem „*x* jest inteligentniejszy niż *y*” czy też „*x* jest równie inteligentny jak *y*”

03. Podaj („dla rozgrzewki” przed następnym zadaniem) definicję operacyjną relacji być-inteligentniejszym odwołującą się do testu na iloraz inteligencji.

Jeśli *x* oraz *y* jest poddany testowi inteligencji [bodziec], w którym *x* uzyskuje więcej punktów IQ (*Intelligence Quotient*) niż *y* [reakcja], to *x* jest inteligentniejszy niż *y* [dyspozycja relacyjna].

04. Podaj schemat definicji operacyjnej relacji być-tak-inteligentnym-jak.

Jeśli *x* ma do rozwiązania problemu o tej samej skali i rodzaju trudności, co *y* [bodziec] i podane przez nich rozwiązania są do wartości poznawczej nieodróżnialne [reakcja], to *x* jest tak samo inteligentny jak *y* [dyspozycja].

05. Jak wykorzystać schemat z punktu 04 do sformułowania testu Turinga?

Na miejscu x podstawić termin „maszyna”, na miejscu y „człowiek”. Jeśli poprzednik powyższej definicji okaże się prawdziwy, znaczyć to będzie, że maszyna spełnia test Turinga, co upoważniałoby do konkluzji, że inteligencja maszynowa dorównuje ludzkiej.¹

§2. Jak funkcjonuje komputer²

01. (a) Jak rozumieć termin „human computer”? (b) Czy podpada pod to określenie matematyk twórczo konstruujący nowe pojęcia lub szukający przesłanek dla dowodu twierdzenia?

The idea behind digital computers may be explained by saying that these machines are intended to carry out any operations which could be done by a human computer. The human computer is supposed to be following fixed rules; he has no authority to deviate from them in any detail. We may suppose that these rules are supplied in a book, which is altered whenever he is put on to a new job. He has also an unlimited supply of paper on which he does his calculations. He may also do his multiplications and additions on a "desk machine," but this is not important.

Odpowiedź na punkt (b) brzmi: oczywiście, NIE. Postać o której tu mowa, kieruje się określonymi regułami, podczas gdy do konstruowania pojęć i dowodzenia nie wystarczają (nawet jeśli bywają konieczne) posiadane już reguły. Tym bardziej nie ma wtedy mowy o przymusie dokładnego trzymania się reguł (*has no authority to deviate*).

Co do (a), najlepszym przekładem będzie „ludzki rachmistrz” (przekład „ludzka maszyna cyfrowa” jest niefortunny), przy domyślnym założeniu, że chodzi o rachowanie w sensie wykonywania algorytmów, o czym mowa w odcinku „Wprowadzenie: o wejściu Algorytmu na scenę dziejów” (www.calculamus/lect/08szt-intel/tur-koment-1.html). Dla zagadnienia sztucznej inteligencji jest to szczególnie ważne, że naśladowanie człowieka przez maszynę dotyczy tylko tych czynności człowieka, które są zmechanizowane, jak liczenie pod dyktando algorytmu. To, że maszyna to potrafi jest oczywiste na mocy samego założenia, że chodzi o naśladowanie czynności mechanicznych.³

02. Jak ma się podany przez Turinga opis struktury komputera do struktury jaką znamy obecnie?

A digital computer can usually be regarded as consisting of three parts: (i) Store, (ii) Executive unit, (iii) Control.

The store is a store of information, and corresponds to the human computer's paper, whether this is the paper on which he does his calculations or that on which his book of rules is printed. In so far as the human computer does calculations in his head a part of the store will correspond to his memory.

The executive unit is the part which carries out the various individual operations involved in a calculation. What these individual operations are will vary from machine to machine. Usually fairly lengthy operations can be done such as "Multiply 3540675445 by 7076345687" but in some machines only very simple ones such as "Write down 0" are possible.

We have mentioned that the "book of rules" supplied to the computer is replaced in the machine by a part of the store. It is then called the "table of instructions." It is the duty of the control to see that these instructions are obeyed correctly and in the right order. The control is so constructed that this necessarily happens.

Jest to w zasadzie taki sam opis. Turing nie wspomina tu urządzeń peryferyjnych wejścia i wyjścia, ale czyni to w swych pracach obszerniejszych, jak ta podstawowa z roku 1936 (jest tam mowa o pisaku i czytniku). Czynności kontrolne sprawowane są przez tę samą jednostkę, co proces przetwarzania danych (u Turinga - *executive unit*), którą nazywamy dziś procesorem. Ostatecznie więc strukturę komputera stanowi trójca: procesor, pamięć, urządzenia wejścia i wyjścia.

03. Jak rozumie Turing termin „maszyna”, gdy powiada, że pojedyncze operacje będą różne dla różnych maszyn?

Jest to pojęcie (zob. w cytacie akapit trzeci) oparte na analogii z takimi maszynami jak obrabiarki, z których każda ma sobie tylko właściwe zadania: piła do cięcia, wiertarka do wiercenia, heblarka do heblowania itd. W dziedzinie maszyn obliczeniowych odpowiednikami takich urządzeń wyspecjalizowanych są poszczególne programy:

¹ Trzecia postać z testu Turinga, obserwator rozwiązań, stanowi tylko personifikację tego kryterium, które służy do oceny poprawności rozwiązań. Jest ona potrzebna w takiej wersji sfabularyzowanej („gra w naśladownictwo”), jaką zastosował Turing (zapewne z intencją popularyzacyjną), ale nie jest konieczna przy takim ujęciu bardziej zaawansowanym metodologicznie, które przyjęto w obecnym tekście.

² §2 jest odpowiednikiem odcinka 4 „Digital Computers” w art. Turinga.

³ Obrońcy poglądu, iż wszelkie ludzkie myślenie może być naśladowane przez komputer opierają się na filozoficznym założeniu, że ludzka twórczość tylko pozornie jest twórczością, zaś przy głębszej znajomości funkcjonowania mózgu, powinno się okazać, że twórczość polega wyłącznie na działaniu mechanizmów biologicznych, tyle że niepomernie bardziej złożonych niż te, które są obecnie osiągalne w maszynie cyfrowej. I kolejne założenie: że rosnąca złożoność tak programów jak i sprzętu dorówna po pewnym czasie złożoności mózgu; wtedy nastąpiłoby pełne zrównanie inteligencji ludzkiej z komputerową.

osobny do edytowania tekstów, osobny do kopiowania grafiki etc. Dla pewnych celów teoretycznych Turing pojmuje te maszyny-programy tak specjalistycznie, że każdej najdrobniejszej operacji (np. dodać jeden, pomnożyć przez trzy) przyporządkowuje osobną maszynę.⁴ Potem dopiero, żeby nakreślić projekt maszyny zdolnej do wszelkich obliczeń wprowadza pojęcie maszyny uniwersalnej czyli takiej, że dzięki odpowiedniemu programowi potrafi naśladować funkcje każdej innej maszyny. Nazywamy ją dziś **uniwersalną maszyną Turinga**. Nie taką jednak ma na myśli Turing w komentowanym obecnie fragmencie.

04. Opis strukturę i sposób kodowania zadania obliczeniowego.

A typical instruction might say – "Add the number stored in position 6809 to that in 4302 and put the result back into the latter storage position."

It would be coded in a form such as 6809430217. Here 17 says which of various possible operations is to be performed on the two numbers.

Zadanie jest zapisane za pomocą jednego ciągu cyfr, w którym występują trzy segmenty, ponieważ mowa jest w nim o wykonaniu operacji (np. dodawania) na dwóch argumentach. Dwa ciągi cyfr numery adresów w pamięci, gdzie znajdują się argumenty (dane) do pobrania, ostatni zaś na cyfrę kodującą numer instrukcji; tu instrukcji dodawania zakodowanej (przykładowo) cyfrą „17”.⁵

05. Jak powstaje program dla maszyny?

If one wants to make a machine mimic the behaviour of the human computer in some complex operation one has to ask him how it is done, and then translate the answer into the form of an instruction table. Constructing instruction tables is usually described as "programming." To "programme a machine to carry out the operation A" means to put the appropriate instruction table into the machine so that it will do A.

Żeby sporządzić dla maszyny program mający kierować wykonaniem jakiejś operacji, trzeba prześledzić aż do najmniejszych kroków, jak wykonuje te operacje ludzki rachmistrz, gdy postępuje w sposób czysto mechaniczny, czyli algorytmiczny, a następnie opis tego postępowania przetłumaczyć na język tabel instrukcji właściwy dla danej maszyny (np. takiej, że instrukcja dodawania ma w niej numer 17; w notacji binarnej 10001).

06. Czy maszyna cyfrowa musi być urządzeniem elektronicznym? Jeśli nie musi, to dlaczego komputery są obecnie wyłącznie elektroniczne?

The fact that Babbage's Analytical Engine was to be entirely mechanical will help us to rid ourselves of a superstition. Importance is often attached to the fact that modern digital computers are electrical, and that the nervous system also is electrical. Since Babbage's machine was not electrical, and since all digital computers are in a sense equivalent, we see that this use of electricity cannot be of theoretical importance. Of course electricity usually comes in where fast signalling is concerned, so that it is not surprising that we find it in both these connections. In the nervous system chemical phenomena are at least as important as electrical. In certain computers the storage system is mainly acoustic. The feature of using electricity is thus seen to be only a very superficial similarity. If we wish to find such similarities we should look rather for mathematical analogies of function.

Maszyna cyfrowa może być realizowana technicznie na wiele sposobów, nie koniecznie w postaci urządzeń elektronicznych. Istotna jest możliwość kodowania liczb w stanach fizycznych maszyny; mogą to być np. położenia trybów w kalkulatorze mechanicznym Leibniza. Urządzenia, w których stanami są impuls i brak impulsu nadają się do kodowania liczb w notacji binarnej. Mogą to być np. karty perforowane, gdzie dziurka oznacza jeden, a jej brak zero. Gdy są to sany prądu elektrycznego, zyskujemy ogromną szybkość przetwarzania, gdyż impulsy wędrują z szybkością bliską prędkości światła; stąd maksymalna sprawność i ekonomiczność urządzeń elektronicznych.

07. W jaki sposób Turing kwestionuje pogląd, że wynik Gödla ma świadczyć o wyższości ludzkiej inteligencji nad maszynową? Jak odeprzeć zarzut dotyczący interpretowania twierdzenia Gödla „na korzyść” ludzkiego umysłu? [Zob. niżej passus wyróżniony (przez WM) kursywą.]

There are a number of results of mathematical logic which can be used to show that there are limitations to the powers of discrete-state machines. The best known of these results is known as Godel's theorem (1931) and shows that in any sufficiently powerful logical system statements can be formulated which can neither be proved nor disproved within the system, unless possibly the system itself is inconsistent. [...]

⁴ Służy to Turingowi do wykazania, że istnieją liczby, dla których nie ma maszyn, które mogłyby je obliczyć, czyli że są w matematyce problemy nierozstrzygalne. Wynik ten ma kolosalne znaczenie dla podstaw matematyki, jak i dla dyscyplin filozoficznych - ontologii z epistemologią.

⁵ Powstaje kwestia odróżnienia, gdzie kończy się zapis jednego adresu i zaczyna drugiego oraz gdzie zaczyna się zapis instrukcji. Jest to więc problem oddania w zapisach cyfrowych takich środków wskazujących na strukturę, jak spacja, przecinek, nawias itp. Temat ten wyczerpująco omawia Roger Penrose w książce (rozdział 2, ss. 59-64) *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1985.

The result in question refers to a type of machine which is essentially a digital computer with an infinite capacity. It states that there are certain things that such a machine cannot do. [...] This is the mathematical result: *it is argued that it proves a disability of machines to which the human intellect is not subject.*

The short answer to this argument is that although it is established that there are limitations to the powers of any particular machine, it has only been stated, without any sort of proof, that no such limitations apply to the human intellect.

Turing staje tu po stronie mechanicyzmu. Jeśli w powiedzeniu, że *nie udowodniono, iżby wynik Gödla przema-
wiał na rzecz wyższości umysłu nad maszyną*, ma on na myśli to, że pogląd ten nie wynika z matematycznego rozumowania Gödla, to jest to uwaga słuszna. Ale przeciwnicy mechanicyzmu (może poza pewną grupą autorów dość naiwnych) nie argumentują przeciw niemu z treści twierdzenia Gödla, lecz z faktu, że Gódlowi udało się udowodnić coś, czego nie potrafi udowodnić maszyna, której ograniczenia są tematem jego dowodu. Na ile wierzymy wynikowi Gödla, choć nie jest on potwierdzony dowodem maszynowym (a wierzą mu wszyscy łącznie z Turingiem), na tyle mamy podstawy do przekonania, że dokonał on czegoś, co się nie mieści w możliwościach badanej przez niego maszyny. To, że – być może – inna od tamtej maszyna potrafiłaby tyle samo co Gödel, albo jeszcze więcej, choć jest to możliwe, nie jest, po pierwsze, oczywiste (to trzeba by dopiero udowodnić); a po drugie, trzeba by wyjaśnić, skąd się weźmie taka inteligentniejsza od Gödla maszyna. Czy w wyniku ewolucji maszyn prowadzącej do coraz inteligentniejszych generacji (prognoza, którą mechanicyzma musiałby udowodnić), czy w wyniku ingerencji umysłów ludzkich, jak w pojedynkach szachowych komputera z Kasparowem. Wtedy zwycięstwo komputera nad człowiekiem w kolejnej rundzie (po pierwszej, przegranej przez maszynę) zapewнили ludzie, programiści z IBM, którzy dzięki doświadczeniom z pierwszej rundy odpowiednio wzmocnili program komputera. Nie należy z góry przesądzać, czy mechanicyzmu uda się takie rzeczy udowodnić, ale póki nie dowiedzą, brak racji po temu, żeby uznać mechanicyzm za pogląd jedynie naukowy. Por. w tej sprawie rozdział 7 niniejszych wykładów – www.calculumus.org/lect/08szt-intel/filoz-2.jpg. ♣