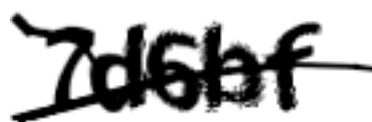




Czy komputery potrafią myśleć? Ta kwestia nurtuje informatyków od ponad pół wieku. W 1950 roku angielski matematyk Alan Turing zadał podobne, ale bardziej precyzyjne pytanie. A mianowicie, czy komputer (lub program komputerowy) jest w stanie przekonać człowieka, że sam również jest istotą ludzką. Turing zaproponował wtedy następujący test (który dziś, na jego cześć, zwany jest *testem Turinga*). Jeśli człowiek-sędzia podczas rozmowy prowadzonej w języku naturalnym (ale za pośrednictwem pisma) równocześnie z człowiekiem oraz z programem komputerowym nie będzie w stanie stwierdzić, który z interlokutorów jest który – to taki program zalicza test Turinga.

Choć od jego sformułowania minęło ponad sześćdziesiąt lat, to jak dotąd żadnemu programowi komputerowemu nie udało się przejść testu Turinga i nic nie zapowiada, że w najbliższej przyszłości miałyby się to zmienić. Pojawiające się co jakiś czas doniesienia, że było blisko (jak w 2001 roku w przypadku programu Cleverbot), należy traktować z dużą dozą sceptycyzmu.



Rys. 1. Przykładowe obrazki generowane przez różne implementacje CAPTCHA.

Ironią może być więc fakt, że pomimo tego, iż komputery nie wypadają najlepiej jako ich uczestnicy, to podobnego rodzaju testy organizuje się na masową skalę z komputerami w roli sędziów. Zapewne każdy Czytelnik, serfując po Internecie, nie raz brał udział w teście, podczas którego musiał przekonać program komputerowy o swoim człowieczeństwie. Mogło to być przy okazji zakładania konta poczty elektronicznej, wypełniania formularza w sklepie internetowym, czy też umieszczania komentarza na forum. Takie *odwrócone testy Turinga* są powszechne tam, gdzie właściciele stron internetowych chcą odsiać aktywność *spambotów* (czyli takich programów komputerowych, które na masową skalę zasypują sieć spamem).

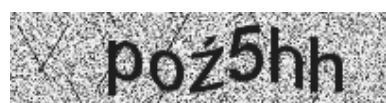
A wszystko zaczęło się w 2000 roku, kiedy to Luis von Ahn i trzech innych naukowców z Carnegie Mellon University ukuło termin CAPTCHA (ang. *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart*), oznaczający program komputerowy, który generuje test w zamierzeniu łatwy do zaliczenia przez człowieka, ale trudny do zaliczenia przez maszynę. Najpopularniejszy test polega na przedstawieniu egzaminowanemu obrazka zawierającego zniekształcony napis, który należy odczytać i wprowadzić do formularza (rys. 1). Dziś nietrudno natknąć się na podobnego rodzaju obrazki, a w sieci trwa batalia między dwiema grupami programistów – tymi, którzy tworzą nowe implementacje CAPTCHA, i tymi, którzy tworzą doskonalsze spambotsy do ich łamania.

Jest jednak sporo argumentów przemawiających przeciwko stosowaniu CAPTCHA. Przede wszystkim jest to metoda dość uciążliwa dla użytkowników (zwłaszcza jeśli jest wymagana przy częstych czynnościach jak np. wpisanie komentarza). Może być też nie do przejścia dla niektórych ludzi (np. niewidomi posługujący się drukarkami Braille'a nie zobaczą obrazka).



Rys. 2. Zbyt zniekształcona CAPTCHA z poczty na stronie internetowej wp.pl.

Poza tym skonstruowanie dobrego testu nie jest wcale łatwe, a źle skonstruowany test będzie więcej niż bezużyteczny. Jeśli algorytm generujący obrazki zbyt mocno zniekształci napis, to test taki stanie się zbyt trudny nawet dla ludzi (rys. 2). Z drugiej strony komputery dobrze radzą sobie z usuwaniem szumu z obrazu i klasyfikowaniem pojedynczych liter, a trudność sprawia im podział słowa na litery. W związku z tym implementacje, które nie łączą liter, skazane są na niepowodzenie – napisanie programu, które je rozwiązuje, nie będzie trudne (rys. 3).



Rys. 3. CAPTCHA prezentowana podczas tworzenia konta na poczcie onet.pl, która nie sprawi trudności spambotom.

Przez lata pojawiło się wiele konkurencyjnych pomysłów, które w zamierzeniu miały dać CAPTCHA idealną. Jednym z nich jest prezentowanie prostych pytań typu: „ile jest 2 + 2” lub „kto jest najlepszym przyjacielem człowieka”. Problem z tym rozwiązaniem jest taki, że spambotsy mogą wpisać to pytanie do wyszukiwarki Google i zanalizować otrzymane wyniki. Innym pomysłem jest zaprezentowanie egzaminowanemu kilku obrazków i polecenie, by zaznaczył on te, na których znajduje się np. kot. Tutaj kłopot jest taki, że takie rozwiązania wymagają stworzenia dużej bazy danych pytań (co jest trudniejsze niż deformacja losowego napisu). W przeciwnym przypadku pytania zaczną się powtarzać, więc po pewnym czasie spambotsy po prostu zgadną prawidłową odpowiedź.



Rys. 4. Dwa słowa reCAPTCHA.

Pomysł jest następujący: transformacja papierowej książki na tekst cyfrowy wymaga najpierw zeskanowania poszczególnych stron (co można zrobić mniej lub bardziej maszynowo), a następnie przepuszczenia ich przez oprogramowanie do rozpoznawania tekstu (OCR, ang. *Optical Character Recognition*). Dzięki zaawansowanym algorytmom znacząca część tekstu jest rozpoznawana poprawnie, ale niektóre słowa (zwłaszcza w starszych książkach) są dla nich zbyt zniekształcone. Takie słowa, których nie udało się rozpoznać automatycznie, trafiają do bazy słów reCAPTCHA. Podczas testu użytkownikowi przedstawiane są do przepisania dwa słowa: dla jednego z tych słów system zna poprawną odpowiedź (spełnia

Kolejnym argumentem przeciwników CAPTCHA jest to, że marnuje ona mnóstwo energii ludzkiej. Jak podają profesorowie z Carnegie Mellon, dziennie rozwiązywanych jest około 200 milionów CAPTCHA, co przy średnim czasie dziesięciu sekund na obrazek daje pół miliona godzin pracy dziennie. Luis von Ahn postanowił przeciwdziałać temu marnotrawstwu. Co ciekawe, jego pomysł polegał nie na wyeliminowaniu testów, ale na sprawieniu, by przy okazji ich rozwiązywania ludzie wykonywali pożyteczną pracę, której nie umieją wykonać komputery. Tak w roku 2008 powstał system reCAPTCHA, który pomaga digitalizować książki.

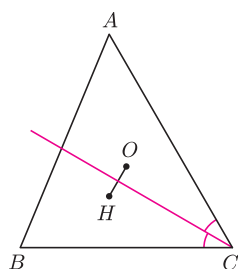
ono więc taką samą kontrolną funkcję jak w systemie CAPTCHA), a drugie słowo pochodzi z bazy słów nierozpoznanych przez OCR (z tym że kolejność tych dwóch słów jest losowa). Jeśli użytkownik poprawnie wpisze słowo kontrolne, to test jest zaliczany, a do bazy dopisywane jest potencjalne rozwiązanie nieznanego słowa. Jeśli kilku użytkowników w ten sam sposób odczyta nieznaną słowo, to system uznaje je za rozpoznane.

System reCAPTCHA jest aktualnie używany do digitalizowania starych roczników gazety *New York Times* oraz książek z Google Books. Użytkownikom przedstawiane są również zdjęcia numerów domów wykonywane w ramach projektu Google Street View.



Zadania

Redaguje Tomasz TKOCZ



Rys. 1

M 1411. Dany jest trójkąt ostrokątny ABC o ortocentrum H , środku okręgu opisanego O i kącie 60° przy wierzchołku C . Udowodnić, że dwusieczna kąta C jest symetralną odcinka HO .

Rozwiązanie na str. 14

M 1412. Dane są liczby rzeczywiste a_1, \dots, a_n . Niech $\bar{a} = \frac{1}{n}(a_1 + \dots + a_n)$ oznacza ich średnią arytmetyczną. Udowodnić, że prawdziwa jest nierówność

$$n(|a_1 - a_2| + |a_2 - a_3| + \dots + |a_{n-1} - a_n|) \geq (|a_1 - \bar{a}| + \dots + |a_n - \bar{a}|).$$

Rozwiązanie na str. 6

M 1413. Mając dane wektory v_1, \dots, v_n w przestrzeni, definiujemy zbiór

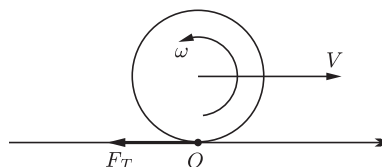
$$F(v_1, \dots, v_n) = \{\lambda_1 v_1 + \dots + \lambda_n v_n, \lambda_1, \dots, \lambda_n \in [0, 1]\},$$

np. $F((0, 0, 1), (0, 1, 0), (1, 0, 0))$ to standardowa kostka. Rozstrzygnąć, czy dla pewnych wektorów można w ten sposób otrzymać ośmiościan foremny.

Rozwiązanie na str. 13

Uwaga. Zbiór $F(v_1, \dots, v_n)$ w geometrii wypukłej nazywa się sumą Minkowskiego odcinków v_1, \dots, v_n .

Przygotowali Rafał KUŚ i Krzysztof TURZYŃSKI



Rys. 2

F 849. Baletnica wyrzuciła przed siebie obręcz o masie m i promieniu R , nadając jej początkowo prędkość kątową ω_0 i prędkość ruchu postępowego v_0 . Obręcz ślizgała się przez pewien czas Δt_1 po parkiecie, po czym zatrzymała się i natychmiast zawróciła ku baletnicy. Czas powrotu wynosił Δt_2 . Dla jakiej wartości stosunku ω_0/v_0 zachodzi równość $\Delta t_1 = \Delta t_2$? Współczynnik tarcia obręczy o podłoże wynosi μ , a moment bezwładności obręczy to $I = mR^2$.
Rozwiązanie na str. 17

F 850. (A. Compton) Na powierzchni Ziemi na szerokości geograficznej φ znajduje się toroidalna rura ustawiona tak, że jej oś symetrii obrotowej pokrywa się z kierunkiem północ-południe; rura jest wypełniona spoczywającą względem niej wodą. Demonstrator obrócił rurę o kąt 180° wokół jej poziomej osi wskazującej kierunek wschód-zachód. Jaka prędkość wody zmierzy demonstrator po obrocie rury?

Rozwiązanie na str. 4