



Marek J. Kasperski

W STRONĘ TWÓRCZYCH MASZYN

wprowadzenie w tematykę

Twórczość maszynowa

Zimą bieżącego roku wraz z moim serdecznym kolegą, Tomkiem Kwiatkowskim z Akademią Sztuk Pięknych w Gdańsku, rozpocząłem rozmowy z firmą Intel Technology Polska na temat budowy robota-malarza. Rozmowy zakończone budową Leona - pod auspicjami firmy Intel - pierwszego w Polsce (i jednego z nielicznych na świecie) programowalnego robota-grafika¹. Kilkumiesięczne prace - w tym dwumiesięczne prace konstrukcyjne, współdzielone ze studen-

tami informatyki i robotyki Politechniki Gdańskiej - wpisywały się w badania, które prowadzę nad *twórczością maszyn*, ze szczególnym zwróceniem uwagi na twórczość pojętą w sensie artystycznym.

Już na początku drogi nauk o komputerach, w dobie rozwoju teorii informacji oraz prac z zakresu cybernetyki, matematycy wykorzystujący moce obliczeniowe pierwszych maszyn matematycznych (określanych w tamtych czasach mianem *elektronowych mózgow*), w chwilach zwolnienia części procesów, wykorzystywali je m.in. do prac nad... pisaniem wierszy, komponowaniem muzyki oraz grafiką matematyczną. W komentarzach często pojawiały się wówczas zwroty sugerujące zdobycie przez maszyny *wyobraźni maszynowej*, specyficznej dla powstałych w wyniku prac programistycznych dzieł *estetyce algorytmicznej*², *kompozycji maszynowej*, którą rządziły się *quasi-sensowne teksty*, jak określano niektóre utwory poetyckie, powstałe na wzór przepisu dadaistów czy w myśl koncepcji *żywego automatu*, utworzonej w manifeście surrealizmu Andre Bretona. A w związku z tymi pracami powstał nawet kierunek w sztuce, którego inspiratorzy określili się mianem *algoritmistów*.

Dzisiaj niewiele pozostało z tamtych prób - tomiki wierszy gdzieś na półkach, winylowe płyty z muzyką komputerową³... Podejście do tzw. sztuki maszynowej zmieniło się - matematycy miast tworzyć, w myśl wyidealizowanych przepisów, uchwyconych w ramy programów komputerowych, zaczęli badać samo zjawisko powstawiania utworów - sam proces twórczości i możliwości uchwycenia go w matematyczne przepisy.

Sztuczni literaci

Pierwszy sztuczny literat (poeta) został opisany przez Stanisława Lema w *Dialogach*. Pomysł stochastycznego produkowania tekstów językowych spotykamy już u J. Swifta w *Podróżach Guliwera*, a wywieść go można z jeszcze wcześniejszego okresu, pracy średniowiecznego filozofa i pisarza Rajmunda Lullusa (1234-1315), pt. *Ars magna generalis et ultima (Sztuka wielka ogólna i najwyższa)*. Jednak komponowanie maszynowe tekstów *quasi-sensownych* i poezji stało się możliwe dopiero w oparciu o badania przeprowadzone w dziedzinie językoznawstwa matematycznego. Komponowanie maszynowe

tekstów *quasi*-sensownych wymaga wprowadzenia ściśle określonych reguł dotyczących budowy zdań poprawnych nie tylko pod względem gramatycznym, ale i semantycznym. Wiele interesujących eksperymentów w tym zakresie przeprowadzono w ZSSR, USA, Wielkiej Brytanii, Francji i innych krajach. Wykazały one, iż nierzadko tego rodzaju poetyckiej kompozycji maszynowej nie można odróżnić od utworów żywych poetów. Możliwość kompozycji maszynowej większych tekstów sensownych są jednak bardzo ograniczone z uwagi na ogromną liczbę kryteriów selekcji. Próby plastycznych kompozycji maszynowej przyniosły, jak dotąd, udane efekty tylko w sztuce abstrakcyjnej, gdzie proces imitowania inwencji twórczej metodami stochastycznymi jest stosunkowo łatwy. W szerszym zakresie zastosowano losowość w dziełach plastycznych o strukturze zmieniającej się w czasie, zwanych „mobilami”. W sztuce realistycznej metody stochastyczne służą, jak dotychczas, transformacji kolorystycznej, deformacji kształtów, zmianie faktury itp.

W początkowej fazie rozwoju prac nad sztucznymi literatami, prowadzono badania w myśl koncepcji generatywnej⁴. Weźmy alfabet znaków podstawowych wraz z gramatyką, którą posługując się można by stworzyć dzieło. Dla literatury alfabetem tym mogą być poszczególne litery i znaki interpunkcyjne a gramatyką sposób układania je w ciągi - na wzór wyrazów; problem jednak w tym, że gdyby pozostawić program komputerowy na takim stopniu ogólności, z rzadka otrzymywalibyśmy sensowne wyrazy, a częściej nic nie mówiące ciągi przypadkowych zbitek liter i znaków przestankowych. Ślepa droga.

Odwrotnie: może nie wychodzić od języka naturalnego i liter jako znaków, ale od języka maszynowego wraz z alfabetem dwuznakowym, opartym na 0 i 1. Całkiem, całkiem...

A może niech znakami będą same wyrazy, gramatyką zaś sposób, w jaki należałoby je układać ze sobą w celu otrzymania poprawnie zbudowanych zdań - jak ma to miejsce kiedy to ludzie budują zdania. Pomysł niezły, tylko jak to zrobić?

Studium przypadków

I.

Gdyby przyjąć za alfabet podstawowy poszczególne litery danego języka naturalnego,

efekt, który otrzymalibyśmy w myśl funkcjonowania programu składania ich, niewiele różniłby się od niektórych wierszy wywodzących się z kręgu dadaistów. Mamy poezję, lecz sensu w niej niewiele.

II.

Przyjmijmy sposób drugi - od matematyki maszyn, opartej na algebrze Boole'a - do języka literackiego. Jeśli znaki - litery i symbole przys-tankowe - opisane są przy pomocy bajtów (kombinacji 8 bitów, gdzie jeden ze znaków 0 albo 1 jest jednym bitem), to ich ciągi będą odzwierciedlać wyrazy z języka naturalnego. Na przykład:

100010010010100011101000110110010001001111.

Zdanie powyższe, zapisane w języku dwójkowym, przetłumaczyć można jako: „ruchoma tkanina rozkazuje, ulega i wiezi”. By zrozumieć sposób tłumaczenia, należy tutaj posłużyć się ideą samego autora tego podejścia - Alberta Ducroq:

„Aby ominąć (...) trudności, autor założył, że każde zdanie zawiera zmienną liczbę znaków, około 64, i że punkt podziału między zdaniami stanowi każda grupa czterech kolejnych zer - zaznaczona już poprzednio grupa języka dwójkowego nie mająca dotychczas zastosowania. Czyli pierwszym zadaniem, po otrzymaniu ciągu znaków, będzie podkreślenie grup czterozerowych, aby rozgraniczyć serie znaków stanowiące zdania. Ponieważ jednak grupa taka może znajdować się również między 16 znakami stanowiącymi zapis słowa, więc podział między zdaniami ustalamy tylko co około 64 znaków.

Dalej przyjęto, że wewnątrz zdania instrukcja zaznaczona jest przez grupę trzech zer (którą rzadko tylko spotykamy w słowie napisanym w języku dwójkowym) lub - w przypadku braku takiej grupy - przez grupę dwóch zer. Jeśli wewnątrz zdania nie ma grupy składającej się nawet tylko z dwóch zer, przyjmujemy, że w zdaniu nie ma czasownika. (...)

[Zatem:] Słowo 10001001001, które tu jest podmiotem, oznacza tkaninę, krótkie określenie 01 ma znaczenie mało wyraźne, określa ono oderwane pojęcie ruchu. Można więc przetłumaczyć całe to słowo jako «tkanina ruchoma». Przechodząc do czasownika, należy odrzucić pierwsze zero, które jest tylko znakiem wskazującym

przejsie od przedmiotu do instrukcji. Poza tym pierwiastek 0011 nalezy do klasy «logika», a w niej znaki 101 wyrazaja pojecie rozkazowania. Ostatecznie wiec caly podany tekst mozna przetlumaczyc jednym zdaniem: «Ocena: ruchoma tkanina rozkazuje, ulega i wiezi»⁵.

Utworzone w ten sposob wiersze, podpisywane imieniem maszyny *Kaliop*e, nosily juz znamiona utworow z zawarta w nich trescia. Oto jeden z nich:

„Gniazdo kolysze sie, aby poznac kwiat, ktory je unosi. Widzi ono droge, ktora sie zamyka. Znajduje sie tam wieśniak, ktory blała sie mysłac o sztylcie zakazanym, ktory lezal na marmurze: czlowiek ten postanowil zrzucic jedwabna dekozacje, ktora go chroni...”.

III.

Metoda trzecia, odnoszaca sie do wyrazow jako podstawowego alfabetu i poparta gramatyka semantyki tychze wyrazow - sposobowi ich skladania w mysł tresci, jakie poszczegolne wyrazy i ich zlozenia ze soba nosza (np. w oparciu o sieci semantyczne), daje najlepsze efekty i - co najwazniejsze - pozwala w ten sposob powstalym tekstom przebic granice oddzielajaca poezje od prozy. Granica ta jest w szczegolnosci ciaglosc watku, wyznajaca fabule danego utworu.

Brutus Sejmura Bringsjorda⁶ i Davida Ferrucci to pierwszy sztuczny prozaik potrafiacy pisac opowiadania i krótkie utwory prozatorskie. Nazwa jego odnosi sie do tematyki, w ramach ktorej tworzy - specjalizuje sie w zdradzie.

Proza od poezji jest trudniejsza do uzyskania, gdyz rzadzi sie rygorystycznym poczuciem fabuly - z rzadka uzywa jezuka metafor, czesciej poslugujac sie konkretami oraz oparta jest na ciaglosci akcji, w tym spójnosci bohaterow, miejsca akcji i wydarzen. Aktualnie opowiadania tworzone przez Brutusa rozgrywaja sie w obrębie uczelni (jedno, stale miejsce akcji) i ograniczone sa do 500 slow⁷.

Badania tematu i stylu

Prace w ramach metody II, tworczość sztucznych literatów została poszerzona o możliwość utrzymania tematu utworu pisanego. Osobno, prace w ramach metody III, często wzmacniane metodami programistycznymi z zakresu rozwoju sztucznych sieci neuronowych (uczących się

i samouczących się) oraz algorytmów genetycznych (posiadających również możliwości reorganizacji - w ramach samoczynnego bądź prowadzonego metodą nauczania - „wydawania” kolejnych generacji algorytmów) doprowadziły do interesujących osiągnięć umożliwiających naśladowanie wybranych stylów literackich - np. pisanie japońskich haiku, czy też tworzenia wierszy w stylu amerykańskiej poetki Emily Dickinson.

Poslugujac sie metoda II., wykorzystywaną m.in. przy funkcjonowaniu programu *Kaliop*e, tematycznosc mozna uzyskac w sposob nastepujacy:

„Watkem podstawowym jest ciag zer i jedynek wyrzucanych przez urzadzenie losowe. Ciag ten jest czytany przez „transkryptor” i ten w związku z odczytanym tekstem opracowuje watek wtórny. (...)

Mozna najpierw przyjac, ze polozenie transkryptora bedzie sterowane przez okreslona liczbe wybranych znakow w mowie poprzeczajacej. W ciagu pierwszej próby autor wymyslil sterowanie transkryptora przez grupy czterocyfrowe z mozliwoscia opóźnionego odczytywania.

W tym celu transkryptor moze mianowicie wykrywac grupy 0000, ktore zaznaczaja poczatek zdań, jesli w tej chwili pobierze decyzje, to bedzie reagoval na klase pierwszego slowa stanowiacego, jak wiadomo, podmiot zdania.

Omowmy dla przykladu przypadek konkretny; zalozmy, ze chcemy, aby w watku wtornym czesto wystepowaly zwierzeta. Poniewaz zwierzeta maja pierwiastek (1110), to znaczy chcemy, aby taki pierwiastek czesto wystepowal na poczatku zdania wtornego; oddzialywanie takie mozna uzyskac roznyimi metodami i w roznyim stopniu. Na przyklad jesli chcemy, zeby transkryptor dawal automatycznie ten pierwiastek na poczatku zdania, to trzeba, zeby sygnal 0000, odczytany przez transkryptor w watku pierwotnym, wywoływal automatycznie instrukcje 8/8/8/0. Gdyby instrukcja brzmiala 4/4/4/4, nie dawalaby ona pierwszenstwa zadnemu z dwuch znakow; mozliwe sa oczywiscie wszelkie kombinacje posrednie. Na przyklad instrukcja 8/8/8/6 dawalaby prawdopodobienstwo 1 do 4, ze otrzymamy na poczatku zdania wtornego pierwiastek 1110 (zwierzeta) i prawdopodobienstwo 3 do 4 pierwiastka 1111 (czlowiek). Instrukcja 8/4/4/0 daje prawdopodobienstwo 1 do 4, ze wystapi pierwiastek 1110, pozostale trzy przypadki - jednakowo prawdopodobne - sa to

pierwiastki 1100 (spostrzeżenie), 1010 (miejsce) i 1000 (substancja). W każdym razie musimy ustalić taką zależność między instrukcją a wątkiem pierwotnym, aby rozmowa miała pożądaną przez nas charakter”⁸.

Sposób odwrotny do badania tematu, wsparty dodatkowo danymi z zakresu statystyki, można zastosować przy wstępnych analizach stylu w jaki pisany są utwory danego autora. Dobór słownictwa, tematyczność, sposób konstruowania zdań... pozwalają na tworzenie kolejnych wierszy w stylu nieżyjących już autorów-ludzi⁹.

Pytania końcowe

Dla minikonferencji i warsztatów, które zorganizowałem wraz z Tomkiem Kwiatkowskim wiosną w Gdańsku, w ramach prac nad robotem zdolnym wykonywać prace plastyczne, zastosowałem podtytuł: *Czy maszyny mogą być twórcze?* Kilka miesięcy prac technicznych i dwa lata prac teoretycznych nad tym zagadnieniem pozwalają mi stwierdzić, że twórczość komputerów jest już faktem - poddawana co prawda wciąż licznym dyskusjom na forum filozoficznym i artystycznych dokonaniom, ale już nie dla przykładu na forum matematycznym - świetnym argumentem z życia wziętym jest udowodnienie hipotezy Robbbinsa przez program *EQP* i niezdolność udowodnienia jej przez sztab jednych z najlepszych matematyków XX w. przez okres 70 lat¹⁰. Tutaj maszyna wykonała zadanie twórczo - efekt końcowy nie jest tylko sprowadzalny do sumy poszczególnych części programu, a sam dowód okazał się nie być wcale taki długi (liczył trochę ponad 20 kroków).

W tematyce twórczości maszyn są jednak ciągle pytania otwarte, jak na przykład pytanie o podmiotowe aspekty tworzącego programu: „czy jest twórcą?” - wszak brak jej intencjonalności, „czy jest artystą?” - wszak brak jej namysłu i zamysłu artystycznego, podmiotowości ludzkiej, stąd i jej twórczość nie jest nie tylko opisem świata zewnętrznego, ale i nie jest (albo przede wszystkim nie jest) opisem świata wewnętrznego - wypadkową tego, co na zewnątrz do tego, co wewnętrzne.

W problemie twórczych maszyn jest w końcu pytanie o status współczesnej sztuki: jeśli oglądać tylko wynik końcowy - dzieło, z pominięciem procesu twórczego oraz bez pod-

powiedzi, czy dane dzieło powstało w wyniku prac artysty-człowieka, czy też w wyniku obliczeń maszyny, to czy współcześnie jest sposób by rozróżnić jedno od drugiego? A jeśli nie, to dlaczego tym stworzonym przez człowieka nadawać status dzieła artystycznego, a tym wytworzonym przez maszyny jedynie status „dzieła”?

Rozwój badań nad sztucznymi literatami wnosi także pewne światło nie tylko do rozwoju lingwistyki matematycznej, ale i dla komputerowych symulacji oraz sposobów modelowania umysłu ludzkiego - z uwzględnieniem wewnętrznego narratora, ujętego jako ludzka świadomość. Tematyka twórczości maszynowej może też okazać się interesująca dla tworzenia i eksploatacji przyszłych maszyn inteligentnych, jako takich - bo dlaczego procesy twórcze wykorzystywane przez malarza w akcie tworzenia obrazu miałyby się różnić od procesów twórczych wykorzystywanych przy okazji rozwiązywania innych problemów?

Ray Kurzweil po napisaniu swojej wielce poczytnej książki *Era maszyn inteligentnych*, kolejną zatytułował *Era maszyn duchowych*¹¹. Powoli, acz pewnie zbliżamy się do zrozumienia tego, że jedno powiązane jest z drugim.

lipiec 2005

¹ W ograniczonym czasie nie udźwignęliśmy problemów malarskich. Więcej informacji na temat projektu na stronie <http://www.asp.gda.pl/paintbot>.

² G. Stiny, J. Gips, *Algorithmic Aesthetics - Computer Models for Criticism and Design In the Arts*, 1978; wersja elektroniczna: <http://www.algorithmicaesthetics.org/>, 2003

³ Tak na prawdę jedynie w muzyce sztuka komputerowa zrobiła prawdziwy przełom, doprowadzając do rozwoju muzyki stochastycznej i będąc inspiracją oraz wzorcem do postępowania dla tak wielkich kompozytorów XX wieku, jak chociażby: Hiller i Baker (*Cantata*, 1963), Isaacsona (wraz z Hullerem: *Illiad Suite* na kwartet smyczkowy, 1957), Barbaud i Blanchard (*Musique Algorithmique*), Xenakis (*ST/10-1080262*, 1962), Austin (*Ape*, 1969), Cage (*Divertimento for Digital Computer*, 1968 i *HPSCHD*, 1969).

⁴ Którą notabene w dużym stopniu przyjąłem za wyznacznik prac nad naszym robotem-grafikiem.

⁵ A. Ducroq, *Era robotów*, 1960.

⁶ Zobacz: http://www.chass.utoronto.ca/~sousa/BRUTUS_rev.html.

⁷ S. Bringsjord, D. Ferrucci, *Artificial Intelligence and Literary Creativity: Inside the Mind of Brutus, a Storytelling Machine*, Lawrance Erlbaum Assoc. Inc. 1999; obszerne fragmenty zamieszczone są w internetecie.

⁸ A. Ducroq, *Era robotów*.

⁹ Najlepszy przykładem jest tutaj program jednego z guru Sztucznej Inteligencji, Raya Kurzweila - *Cybernetic Poet*. Zobacz: <http://www.kurzweilcyberart.com>.

¹⁰ Pisałem o tym szerzej w książce M.J. Kasperski, *Sztuczna Inteligencja. Droga do maszyn myślących*, Helion 2003.

¹¹ R. Kurzweil, *The Age of Intelligent Machines*, 1990. R. Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines. When Computers Exceed Human Intelligence*, Penguin Books, 2000.