

Rocznik Kognitywistyczny V/2011
DOI 10.4467/20843895RK.12.013.0417
s. 109–117

MARCIN ŁUKASZ MAKOWSKI

Czy maszyny potrafią zrobić coś zupełnie nowego? Pytanie na temat ograniczeń kreatywności, albo powrót do zarzutu Lady Lovelace

Let us return for a moment to a Lady Lovelace's objection, which stated that the machine can only do what we tell it to do. One could say that a man can "inject" an idea into the machine, and that it will respond to a certain extent and then drop into quiescence, like a piano string struck by a hammer.

Turing [1950]

Teza

Istnieje klasa programów, która generuje rozwiązania złożonych problemów w sposób indeterministyczny (postęp ilościowy), przy jednoczesnym braku spełniania wymagań kreatywności wykraczającej poza granice strukturalne algorytmu (postęp jakościowy). Tylko ta druga klasa (postępu jakościowego) może być traktowana jako ekwiwalent ludzkiej kreatywności. W niniejszym artykule autor broni tezy, że koncepcja amalgamatu kognitywnego może być narzędziem, którego potrzebujemy, aby osiągnąć jakościowy stopień postępu w obrębie procesów twórczych.

Argumenty

Poniżej zostaną zaprezentowane dwa przykłady programów, które spełniają wymagania kreatywności Turinga, tj. posiadają zdolność uczenia się, zapamiętywania dobrych wyborów oraz stosują strategię indeterministyczną – a jednocześnie nie generują postępu jakościowego [zob. też *Problem Solving by Searching*; Russell, Norvig 2003, s. 59–94].

Tezeusz:

- szuka drogi wyjścia, startując w losowo generowanych złożonych labiryntach;
- algorytm probabilistyczny;
- indeterministyczny postęp podczas procesu uczenia się selekcji potencjalnych dróg wyjścia;
- brak zaimplementowanej fizyki.

Strażak:

- znajduje drogę z punktu A do punktu B w przestrzeni z losowo generowanymi przeszkodami;
- algorytm genetyczny;
- zdolność do zapamiętywania najlepszych strategii (retencja);
- zaimplementowane narzędzie symulujące fizykę świata realnego, umożliwiające wyszukanie drogi w sytuacji losowo generowanych przeszkód;
- indeterministyczny sposób generowania potencjalnie najszybszych ścieżek z punktu A do punktu B.

Tezeusz i Strażak cechują się zdolnością do tworzenia oryginalnych ścieżek i niemożliwym do przewidzenia kierunkiem rozwoju ich strategii postępowania. W tym samym czasie posiadają umiejętność dynamicznego przeszukiwania środowiska roboczego.

Oba te przykłady charakteryzowane są poprzez użycie zwrotów „inteligencja” i „kreatywność” w takim sensie, że nie potrafimy przewidzieć dokładnych rezultatów końcowych ich pracy, oraz w takim, że generują zupełnie nowe strategie postępowania, korzystając z zaimplementowanych zasobów i funkcji (Strażak) lub przez używanie indeterministycznych permutacji możliwych stanów systemu zmierzających do odnalezienia drogi wyjścia (Tezeusz). W obu przypadkach są to jednak indeterministyczne strategie rozwoju i ilościowy wzrost zdolności do radzenia sobie z sytuacją określoną warunkami brzegowymi algorytmu (szukaj wyjścia z labiryntu, szukaj drogi z punktu A do punktu B, unikając przeszkód). W rozpatrywanych przykładach „kreatywność” programów ogranicza się jedynie do indeterministycznego sposobu generowania rozwiązań na temat zadanego problemu. Można to uściślić jeszcze inaczej – znajomość celu, dostęp do pamięci roboczej i wiedza na temat fizyki algorytmu nie gwarantują nam przewidzenia wybranej strategii w sytuacji losowo generowanych labiryntów i przeszkód.

Jeśli chcemy, aby program można było uznać za zdolny do tworzenia nowej klasy rozwiązań, musimy założyć, że oprócz możliwości nauki i doskonalenia współczynnika efektywności (postęp ilościowy) konieczne jest także, aby posiadał zdolność do zmian jakościowych.

Kiedy mówimy o braku zmian w sensie jakościowym, mamy na myśli:

- Brak generowania jednej lub kilku klas rozwiązań wykraczających poza granice zaprojektowanego algorytmu; w tym przypadku szukania najkrótszej drogi przy użyciu zaimplementowanej fizyki bądź kombinacji różnych opcji wyboru alternatywnej drogi do celu.
- Brak zdolności do syntezy nowych klas rozwiązań skutkujących możliwością powstania nowej, niezaimplementowanej klasy.

Zmiany jakościowe oznaczałyby na przykład:

- Tworzenie rozwiązań w toku syntezy wykraczającej poza narzucone granice strukturalne programu (tj. spontaniczne tworzenie sztucznych metaalgorytmów omijających ograniczenia nałożone przez programistę).

- Radykalne wykroczenie poza obszar indeterministycznego rozwoju ilościowego (np. generowanie klasy metaalgorytmów symulujących zdolność echolokacji w celu radzenia sobie ze skomplikowaną topologicznie przestrzenią bądź stworzenie nowego rodzaju muzyki).

W rozpatrywanej kwestii powoływanie się na programy piszące poezję albo komponujące proste utwory muzyczne, jako na przykłady stworzenia czegoś zupełnie nowego przez maszyny, nie różni się niczym od błędnego przypisania takich właściwości programom klasy Tezeusz i Strażak. One także operują w obrębie ograniczeń strukturalnych algorytmu – z tą różnicą, że permutują słowa lub notację nutową – ale nie są zdolne do wykroczenia poza granicę brzegową, tj. granicę specjalizacji. Program symulujący proces pisania wiersza nie potrafi spontanicznie skomponować sonaty i odwrotnie.

Zarzuty

Argument z wielozadaniowości (*multitasking superbots*) – niemożność wykroczenia poza limity strukturalne algorytmu w przypadku Strażaka i Tezeusza powiązana jest ze specyfiką cech programów, przez którą rozumiemy wykonywanie określonego zestawu czynności i ograniczenie algorytmu tylko do tego typu projektowanych zadań. Gdybyśmy stworzyli wielozadaniowego robota z zaimplementowaną zdolnością do szukania drogi, tworzenia poezji i prostych kompozycji dźwiękowych – otrzymalibyśmy potencjalnego trubadura. Powstałby on poprzez indeterministyczny rozwój ilościowy danych cech stanowiących podprogramy nowego bota (trubadura), a co za tym idzie – stworzenie nowej klasy zachowań przekładających się na postęp jakościowy.

W tym sensie kreatywne zachowania człowieka można opisać jako analogiczne do wielozadaniowego programu, z tym że o wiele większej skali złożoności, która w naszym mniemaniu przekłada się na różnice jakościowe – choć w rzeczywistości mamy do czynienia jedynie z wyższą skalą postępu ilościowego.

Obrona tezy

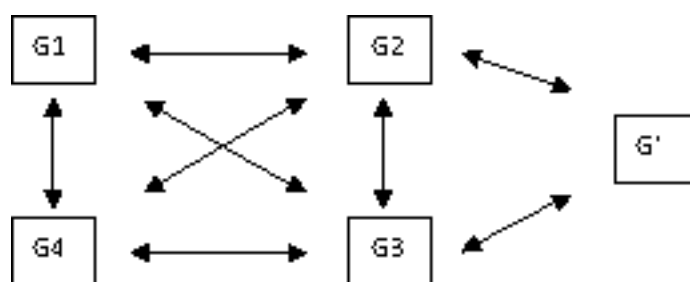
Wielozadaniowość człowieka i programu/bota znacznie się od siebie różnią. Po pierwsze, w przypadku człowieka praktycznie niemożliwe okazuje się wyznaczenie punktów granicznych rozwoju jakościowego, charakterystycznych dla omawianych wcześniej przypadków. W tym miejscu zasadne staje się pytanie o bota/program, który pomyślnie przejdzie test Turinga. Mimo wszystko nawet tego wyczynu nie możemy sklasyfikować w kategoriach postępu jakościowego. Dlaczego? Wspomniany program w żaden sposób nie wykroczył poza zakreślone granice działania, w tym wypadku poprawnej symulacji użycia języka. Jego sukces polega na sprawnym poruszaniu się w meandrach kontekstów i gramatyki, ale nie wybiega poza zdolności lingwistyczne. Nawet gdyby składał się on z całej klasy podprogramów (podalgorytmów), każdy z nich działałby analogicznie do Tezeusza, tj. wykazywałby się coraz sprawniejszą symulacją obszaru roboczego ściśle wyznaczonego przez programistę.

Główne różnice jakościowe między człowiekiem a wielozadaniowym botem można przedstawić w sposób następujący: w przypadku bota istnieje brak sterującego całą klasą zadań modułu „świadomości” jako metaregulatora spójności zachodzących procesów i generatora zachowań kreatywnych, wykraczających poza rozwój ilościowy danego podalgorytmu.

Jeśli chcielibyśmy przedstawić programy klasy Strażak i Tezeusz za pomocą generatora indeterministycznego, schemat operacji wielozadaniowej wyglądałby następująco:

G(n) – generator indeterministyczny (tj. klasa algorytmów cechująca się postępowaniem ilościowym w klasie rozwiązywanych przez siebie problemów);

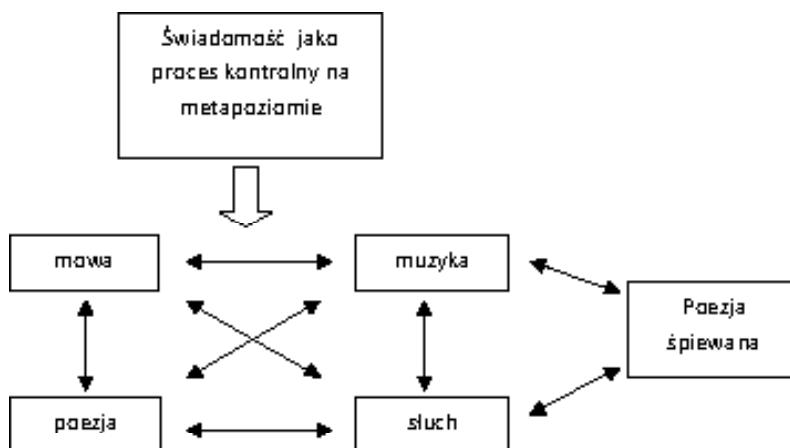
G' – generator jakościowo nowy, powstały w procesie syntezy dwóch różnych klas generatorów indeterministycznych typu Strażak/Tezeusz.



Rysunek 1. Schemat interakcji między klasą generatorów indeterministycznych

Źródło: opracowanie własne.

Każdy G(n) pracuje w warunkach brzegowych algorytmu, tj. nie wykracza radykalnie poza swoją funkcję. Przy zachowaniu szeroko pojętej współpracy między układami naszkicowana architektura cechuje się brakiem funkcji syntezy i silnej emergencji – które stanowią klucz do zrozumienia ludzkich zachowań kreatywnych.



Rysunek 2. Schemat ilustrujący proces tworzenia nowej jakości poprzez interakcje ze złożoną siatką układów

Źródło: opracowanie własne.

Człowiek nie tyle tworzy rzeczy radykalnie nowe (tj. nigdy wcześniej nieistniejące, nawet jako wypadkowe uprzednio znanych elementów), ile potrafi poprzez zdolność syntezy i użycie wcześniej nabytych umiejętności skonstruować nową, nieznaną jakość. W tym sensie dadaści nie powołali do życia poezji od nowa, ale wykroczyli radykalnie poza przyjęty schemat operowania słowem, którego to kroku nie potrafią zrobić maszyny nawet najlepiej symulujące procesy kreatywne człowieka.

Tak długo jak długo programy nie będą posiadały metaregulatora w formie szeroko rozumianej świadomości bądź zdolności semantycznych, nie jesteśmy w stanie mówić o kreatywnych maszynach we właściwym sensie tego słowa.

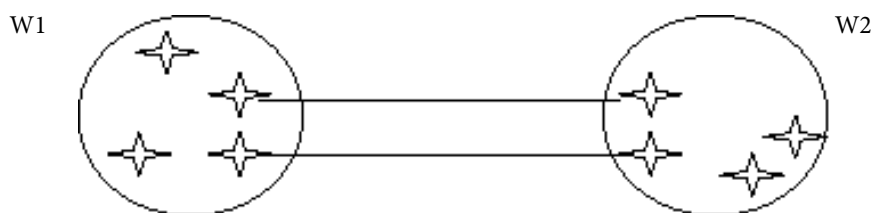
Teoria amalgamatów kognitywnych (*conceptual blending theory*) – przykład metaregulatora

Aby podkreślić jedną z najważniejszych funkcji świadomości – to jest stapiania pojęć oraz syntezy – użyjemy wspomnianej już koncepcji amalgamatu autorstwa Gilles’a Fauconniera i Marka Turnera. Piszą oni: „Conceptual integration, which we also call *conceptual blending*, is another basic mental operations, highly imaginative but crucial to even the simplest kinds of thought” [Fauconnier, Turner 2002, s. 18]. Teoria „wielu przestrzeni” bądź „sieci integracji pojęciowych” (*conceptual integration networks*) stanowi rozwinięcie dwuprzestrzeniowego modelu metafory, będącego podstawą badań nad metaforą od czasów Arystotelesa [Veale, O’Donoghue, Keane 2000, s. 253]. Pomysł Fauconniera i Turnera można w tym kontekście nazwać „drugim dnem” metafory, docieraniem do mechanizmów jej tworzenia, leżących pod powierzchnią styku języka i rzeczywistości. Relacja ta zostanie zaprezentowana na prostym wykresie poniżej, gdzie (J) oznacza język, (K) konstrukcję kognitywną, czyli *de facto* proces tworzenia metafory, natomiast (R) – rzeczywistość świata zewnętrznego.



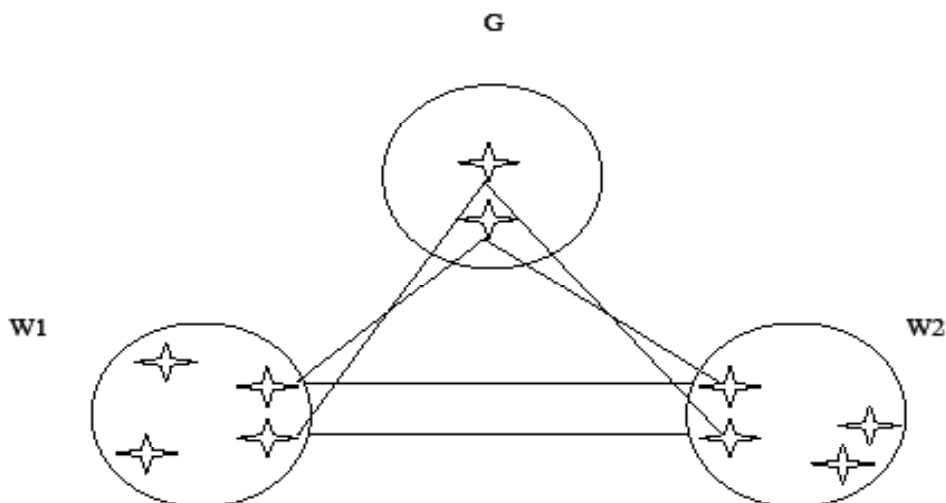
Wyrażenia językowe są tylko częściowymi instrukcjami, na których uczestnicy dyskusji budują połączenia przestrzeni mentalnych oraz ich wewnętrzną strukturę [Libura 2007, s. 14]. W tym przykładzie rolę generatora indeterministycznego będą spełniać przestrzenie mentalne, które rozumiemy jako „small conceptual packets constructed as we think and talk, for purposes of understanding and local action. They are very partial assemblies containing elements, structured by frames and cognitive models” (Fauconnier, Turner 2002, s. 102). Próbując porównać przestrzeń mentalną z jej neuronalnym odpowiednikiem, używamy analogii do pamięci krótkotrwałej aktywizowanej zasobami pamięci długotrwałej.

Tak jak metafora, amalgamaty kognitywne są narzędziami poznawczymi: w skrócie powinny być to konwersje różnych struktur pojęciowych do wymiaru najbardziej przystępnego ludzkiej świadomości (prostsze koncepty użyczają swojej struktury mniej wyrazistym). U ludzi rzeczona zdolność umożliwiana jest poprzez częste koaktywacje różnych części mózgu. Możemy powiedzieć, że ten naturalny mechanizm



Rysunek 3. Selekcja i mieszanie elementów przestrzeni wyjściowej, które wykazują cechy wspólne

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4. Tworzenie odrębnej przestrzeni ogólnej (*generic space*) zawierającej w sobie cechy wyszczególnione w przestrzeniach wyjściowych

Źródło: opracowanie własne.

uczenia się tworzy stabilny, konwencjonalny system pierwszorzędowych metafor, który według George'a Lakoffa i Marka Johnsona pozostaje bezterminowo w systemie pojęciowym i jest niezależny od języka (Lakoff, Johnson 2003, s. 256).

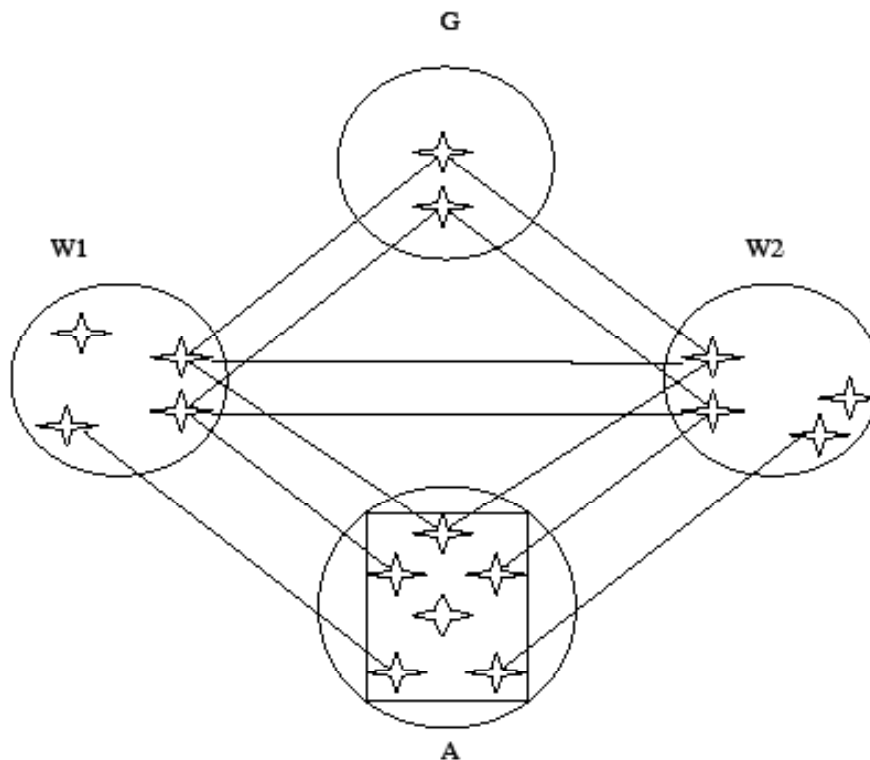
Przejdźmy do tego, jak rozumieć teorię amalgamatów kognitywnych z punktu widzenia budowy (zasad strukturalnych). Jest kilka podstawowych reguł, których należy się trzymać, aby uzyskać odpowiednią sieć amalgamatów, będącą kluczem do zrozumienia ludzkiej umiejętności syntezy między poszczególnymi przestrzeniami wyjściowymi amalgamatu. Podstawowe reguły konstrukcji wyszczególnione w pracy *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities* to:

- łączenie i duplikowanie połączeń,
- przestrzenie wyjściowe,

- stapianie,
- selektywna projekcja,
- znaczenie emergentne,
- kompozycja,
- uzupełnianie,
- opracowanie.

Tworzenie amalgamatu znaczy wobec tego tyle, co ustanawianie połączeń pomiędzy korespondującymi i tożsamymi elementami przestrzeni wyjściowych.

W dalszym etapie spójne fragmenty struktur trzech wyszczególnionych przestrzeni w sposób selektywny zostają przeniesione do czwartej – przestrzeni amalgamatu – i tam zespolone w nową całość cechującą się występowaniem elementu charakterystycznego jedynie dla amalgamatu.



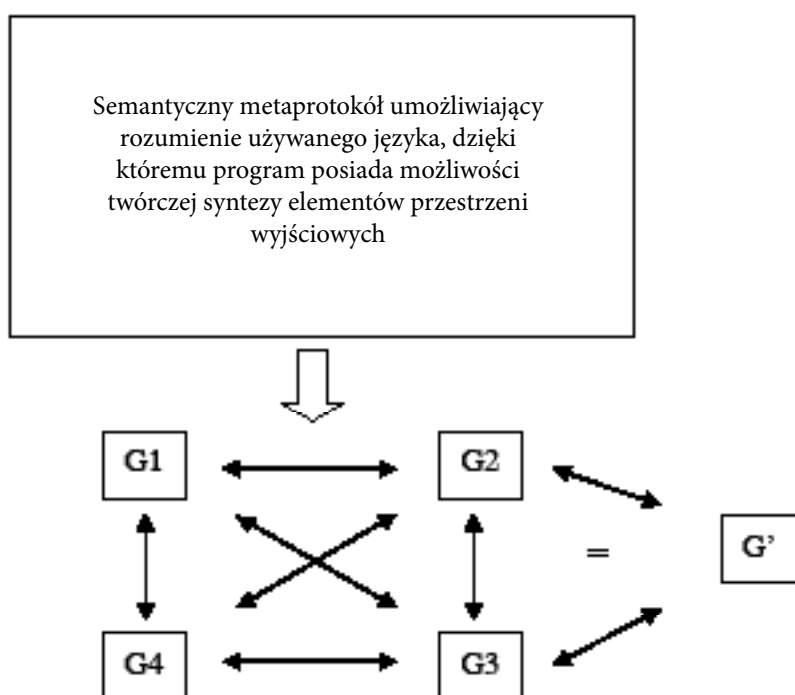
Rysunek 5. Stapianie przestrzeni wyjściowych w postać amalgamatu

Źródło: opracowanie własne.

Integracja siatki wszystkich połączeń pojęciowych pomiędzy indywidualnymi elementami w czterech przestrzeniach mentalnych wykazuje tendencję do ciągłych interakcji. W związku z tym możliwe jest przeniesienie nowego znaczenia – na przykład oddziaływania emocji – z amalgamatu do przestrzeni wyjściowej. Taka operacja

ma na celu przeniesienie wielu nowych struktur amalgamatów wynikłych z operacji stapiania przestrzeni wyjściowej, pozwalając stworzyć nowe, bardziej abstrakcyjne pojęcie lub uprościć i zintegrować poszczególne aktywności i ich znaczenia. Amalgamaty są formowane poprzez topienie dwóch lub więcej przestrzeni mentalnych i raz stworzone mogą posłużyć za przestrzenie startowe w następnym procesie integracji.

Kluczem do przeniesienia wyżej opisanych procesów do płaszczyzny SI wydaje się teoria sieci semantycznych oraz sztucznych sieci neuronowych. W tym przypadku schemat amalgamatu kognitywnego uzyskuje status teoretycznego narzędzia przydatnego do fuzji koncepcji dzielonych pomiędzy indeterministycznymi generatorami, przestrzenią wyjściową oraz tworzeniem i amalgamacją nowej struktury. Tim Berners-Lee widział ten problem w podobny sposób, kiedy tworzył Sieć Semantyczną. Informacje dostarczane przez Sieć Semantyczną wymagają nie tylko danych, ale również informacji o danych (tzw. metadanych). To metadane, zawierające reguły formułowania związków pomiędzy danymi a prawami logicznymi, mogą być w stosunku do tych praw aplikowane (zob. też: *Probabilistic Language Processing*; Russell, Norvig 2003, s. 834). Możemy śmiało powiedzieć, że wprowadzenie semantyki wewnątrz języka programowania stanie się pierwszym krokiem ku jakościowemu postępowi wewnątrz programów symulujących sztuczną inteligencję. Całościowe ujęcie struktury algorytmu, aktywne przeszukiwanie jego zasobów i emergentna struktura amalgamatu stanowią o unikalności procesu twórczego, którego nie może zastąpić najbardziej wyrafinowana permutacja danych wejściowych.



Źródło: opracowanie własne.

BIBLIOGRAFIA

- Fauconnier G., Turner M. (2002). *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*. New York: Basic Books.
- Lakoff G., Johnson M. (2003). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press (wydanie polskie: *Metafory w naszym życiu*, tłum. T.P. Krzeszkowski, Warszawa: Wydawnictwo Aletheia, 2010).
- Libura A. (red.) (2007). *Amalgamaty kognitywne w sztuce*. Kraków: Universitas.
- Russell S.J., Norvig P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 2nd Edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Turing A.M. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. „Mind” 49, s. 433–460.
- Veale T., O'Donoghue D., Keane M.T. (2000). *Computation and Blending*. „Cognitive Linguistics” (Special Issue on Conceptual Blending), vol. 11, issue 3/4, s. 253–281.

Can Machines Do Something Entirely New? A Question about the Limits of Creativity

There is a class of programs that generate solutions to complex problems in an indeterministic way (quantitative progress), while unsatisfying the requirements of creativity beyond the structural boundaries of algorithm (the qualitative leap.) Only this class (qualitative progress) can be regarded as simulating the human creativity. I would assume, that a conceptual blending theory could be tool we need to reach that qualitative level of creativity.