



**ADAM KASPEROWICZ**

Student 3 roku informatyki, studia I stopnia  
Studenckie Koło Naukowe: Exxor  
Politechnika Warszawska  
Student of the 3rd year of Computer Science, 1st grade studies  
Exxor Student Scientific Research Club  
Warsaw University of Technology

## **Rewolucja przemysłowa, do trzech razy sztuka**

### **Industrial Revolution, Third Time's a Charm**

**Summary:** The paper aims to show the accelerating pace of technological changes, to highlight new, non-technical problems caused by these changes, and also to reflect upon the nature of the industrial revolution that will affect us in the future.

The first part of the paper compares historical industrial revolutions. In addition, the relations between the various revolutions are highlighted.

Then, considering the problems, which these discoveries cause or solve, the newest accomplishments of science are categorised.

The paper concludes with a reflection on how we can change the notion of technological progress which is currently taking place right in front of us.

**Key words:** Technological progress, personal data protection, social inequalities, genetic modifications, artificial intelligence.

#### **Ciąg rewolucji i ich skutki**

Pojęcie rewolucji przemysłowej jest w tym referacie zapożyczone z pracy Klausa Schwaba (Schwab 2016) i rozumie się przez nie „nagłą i radykalną zmianę w systemach ekonomicznych i strukturach społecznych, spowodowaną odkryciem nowej technologii lub niespotykanego wcześniej spojrzenia na świat”. Jak dotąd, zdefiniowano cztery różne rewolucje przemysłowe; są to po kolei:

- pierwsza – obejmująca lata od 1760 do 1830. Zaistniała głównie w Anglii i była spowodowana wprowadzeniem maszyn do przemysłów tekstyliów czy stali. Na ten okres przypada również wprowadzenie maszyn parowych (*Britannica*, 2018);

- druga – trwająca od roku 1870 do roku 1914. Była poprzedzona kolejnym dużym skokiem technologicznym, a w szczególności poznaniem zasad elektromagnetyzmu – to poskutkowało powstaniem oświetlenia elektrycznego czy radia. Ważnym było również powstanie pierwszych silników spalinowych, a tym samym całej branży motoryzacyjnej **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
- trzecia (cyfrowa) – rozpoczęta w latach siedemdziesiątych poprzedniego wieku i trwająca do teraz. Zapoczątkowana w dużej mierze przez wynalezienie tranzystora, który dał szansę powstania komputerom osobistym oraz internetowi (*Digital Revolution*, 2018);
- czwarta – oficjalnie zdefiniowana przez Schwaba **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.** Pojawia się jak dotąd tylko w pewnych branżach przemysłu. Ma polegać na masowym wysypie nowych technologii, które jeszcze niedawno traktowane były jako czyste *science-fiction*. Będą to na przykład szybkie sekwencjonowanie genów, powszechnie zastosowanie nanotechnologii czy blockchain'u, a nawet komputery kwantowe.

Zjawisko rewolucji przemysłowej zostało już dokładnie zbadane przez wielu badaczy (Toffler 1970; Bell 1973; Castells; McLuhan 1989). Zauważone zostało, że każdy z wyżej wymienionych przypadków skutkował licznymi problemami, na przykład bezrobociem strukturalnym, uciskaniem klasy robotniczej, znacznym pogorszeniem stanu środowiska naturalnego, chorobami cywilizacyjnymi czy zagrożeniem wojną nuklearną. Jednakże, upływ czasu, wysiłki wielu narodów i różne zdarzenia historyczne pozwoliły ludzkości poskromić te zagrożenia do tego stopnia, by móc je nazywać „opanowanymi”.

Patrząc na rozkład czasowy rewolucji zauważyć można, że na teraźniejszość przypada przełom trzeciego i czwartego skoku technologicznego. Oznacza to, że w niedalekiej przyszłości ludzkość może być świadkiem eskalacji niespotykanych nigdy wcześniej zagrożeń, spowodowanych wdrożeniem nowych technologii. W następnych rozdziałach przedstawione zostaną niektóre z problemów stwarzanych przez najnowsze technologie. Będą to kwestie ochrony danych osobowych, nierówności społecznych, modyfikacji genetycznych, wzrostu znaczenia sztucznej inteligencji i uzależniających form rozrywek. Chociaż innowacyjne rozwiązania, będące przyczyną wyżej wymienionych kwestii, dopiero powoli wychodzą z fazy eksperymentalnej, już teraz ingerują w życie każdego człowieka lub dają oznaki tego, jak będą kreować przyszłą rzeczywistość.

### Koniec prywatności i prywatność absolutna

Od paru lat zauważyć można wzrost zainteresowania bezpieczeństwem danych osobowych. Wynalazki kryptografii, takie jak szyfrowanie symetryczne, asymetryczne czy bezpieczne funkcje haszujące przestały być wykorzystywane wyłącznie przez banki lub jednostki wojskowe, ale zaczęły być standardem każdej strony internetowej chociaż trochę dbającej o bezpieczeństwo swoich użytkowników.

Powszechność i relatywna łatwość użytkowania technik kryptograficznych jest jednak mieczem obosiecznym. Z podobną swobodą możliwe jest zachowanie konfidencjonalności dla praworządnego obywatela, jak i dla nikczemnego terrorysty. Argument ten zaś jest często wykorzystywany przez służby bezpieczeństwa, które pod osłoną dobrej wiary bezpieczeństwa narodu przekraczają granicę orwellowskiego świata pełnej kontroli.

Na przestrzeni lat 2015-2016 firma Apple była nieustannie atakowana przez amerykańskie organy prawa. Przyczyną był zamach w San Bernardino (CNN 2018). Jeden z zamachowców posiadał iPhone'a 5C. Urządzenie to miało wbudowany najnowszy system, który rzekomo uniemożliwiał FBI złamanie zabezpieczeń i uzyskanie informacji, z kim komunikował się zamachowiec. Według wyroku sądu, Apple miało zainstalować w swoich produktach tzw. backdoor<sup>1</sup>, który umożliwiłby dostęp do danych dla wybranych organizacji. Apple sprzeciwiło się wyrokowi sądu i nie zmieniło swojego oprogramowania uważając, że jest to zbyt duże naruszenie praw ich klientów. Cała afera nabiera szczególnie antypaństwowego charakteru, po uwzględnieniu faktu, że FBI wydało ponad dziewięćset tysięcy dolarów na złamanie zabezpieczeń urządzenia (Gizmodo 2018), chociaż fanom Apple udało się to osiągnąć za trzysta dolarów (*Cult of Mac*, 2018).

Relacje między podsłuchiwanym a podsłuchującym mogą się dramatycznie zmienić w najbliższych latach, wraz z wprowadzeniem komputerów kwantowych. To maszyny charakteryzujące się dokonywaniem obliczeń w zupełnie inny sposób niż znane nam komputery klasyczne. Są one w stanie pokonać niektóre z obecnie stosowanych algorytmów szyfrujących. Na przykład opracowany już w roku 1994 algorytm Shora (Shor 1995) jest w stanie złamać szyfrowanie asymetryczne RSA. Szyfrowanie to jest obecnie powszechnie stosowane w celu zachowania bezpieczeństwa naszych danych wykorzystywanych podczas komunikacji ze stronami internetowymi. Jednak z drugiej strony zasady mechaniki kwantowej mogą nam pozwolić na stworzenie idealnych algorytmów kryptografii, których bezpieczeństwo będzie gwarantowane przez same zasady fizyki (Padamvathi, Vardhan i Krishna 2016).

Jest kwestią sporną, jak będzie wyglądać nasza prywatność w przyszłości. Czy państwo zdobędzie nad swoimi obywatelami nieograniczoną moc inwigilacji, instalując wszędzie swoje czujki? Czy może to obywatel będzie jednostką najbardziej bezpieczną, mogącą wykorzystać osiągnięcia stuleci nauki jednym przyciskiem myszki? W jakim stopniu zostanie to wykorzystane przez jednostki niebezpieczne?

### Nierówności społeczne i nieograniczone szanse

Jednym z wielu darów i przekleństw, jakie przyniosła ludzkości w ostatnim stuleciu technologia, była globalizacja. Podnosząc poziom konkurencji rynkowej do poziomu międzynarodowego, dała szansę jednym, a pogrążyła innych. Dała ona także początek ogromnym korporacjom sięgającym we wszystkie zakątki świata i obracającym znaczną częścią światowego zasobu pieniądza. Kapitalizacja rynkowa samego Apple sięga prawie dziewięćset miliardów dolarów. Tymczasem kapitalizacja wszystkich spółek na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie wynosi trochę więcej niż czterysta miliardów dolarów. Ta astronomiczna wycena amerykańskiej spółki jest ewenementem nie tylko w porównaniu z polską gospodarką, ale nawet w porównaniu z większością spółek z całego świata. Oczywiście, kapitalizacja rynkowa jest bardzo często poddawana przecenie lub niedocenie i nie można jej stosować jako wyznacznika rozmieszczenia kapitału na świecie, ale na potrzeby tego referatu możliwe jest uznanie tego wskaźnika za dobrą metodę zobrazowania proporcji panujących na światowych giełdach.

---

<sup>1</sup> Pol. „tylna furtka”, luka w zabezpieczeniach systemu komputerowego utworzona umyślnie w celu późniejszego wykorzystania.

Ogromne korporacje podawane są jako jedna z głównych przyczyn nierówności społecznych panujących na świecie. W samych Stanach Zjednoczonych jest to wyraźnie uwypuklane przez takie ruchy jak Occupy (*OccupyWallStreet*, 2018), które walczą przeciwko „1%” populacji Stanów będącego w posiadaniu „99%” całego amerykańskiego kapitału.

Z drugiej strony warto zauważyć, że trzecia rewolucja przemysłowa wprowadziła nas w Erę Informacji. Oznacza to, że najważniejszym zasobem nie jest już ani ziemia, ani praca, ani kapitał, lecz właśnie informacja. Osoba, która w 2011 roku posiadałaby informacje o tym, jaki potencjał skrywają kryptowaluty i kupiła ich dużą ilość za jedyne sto dolarów, kilka lat później byłaby milionerem. Oczywiście tego typu historie są znane od czasów pierwszych baniek rynkowych. Różnicą jest jednak to, że kryptowaluty nie są dostępne wyłącznie dla uprawnionych do tego obywateli wybranych krajów, ale dla każdej osoby posiadającej jakiegokolwiek połączenie z internetem. Czy w takim razie nie jest prawdą, że jedyne co dzieli najbiedniejszą osobę w najdalszym zakątku Afryki od życia w nowojorskim apartamentowcu jest dobry „kryptowalutowy cynk”?

### **Lek na wszystko i nieuleczalna choroba**

Tak jak komputery kwantowe zmieniają sposób dokonywania obliczeń, a technologia blockchain odświeża świat finansów, tak CRISPR może dać ludzkości szansę wprowadzić edycję genów do codzienności. CRISPR (Ledford 2018) jest to technika pozwalająca na cięcie i sklejanie genów niczym klatek filmowych w sposób precyzyjny, tani i szybki jak nigdy dotąd. Istnieje dużo przykładów udanych prób użycia tej techniki (*futurism*, 2018). Jednak najbardziej fascynujące zdają się możliwości jakie oferuje nam CRISPR. Według oczekiwań w pełni użyta technologia pozwoliłaby w całości modyfikować ludzkie DNA. To oznaczałoby na przykład możliwość uodpornienia organizmu na najcięższe z chorób. Z pewnością złagodziłoby to kryzys odporności na antybiotyki, który niedługo może stać się bardzo poważnym problemem (*The Review on Antimicrobial Resistance*, 2018).

Jednakże, największą uwagę skupia inne możliwe zastosowanie tej innowacji. Modyfikacja genów mogłaby być również zostać dokonana na ludzkich embrionach. Dałoby to szansę ukształtowania wszystkich charakterystyk danej osoby jeszcze przed jej narodzeniem. Każde dziecko mogłoby sztucznie zostać przedstawicielem najsilniejszych, najinteligentniejszych, najprzystojniejszych i najwspanialszych osobników rasy ludzkiej. Czy ludzkość jest na to gotowa? Czy to na pewno pójdzie jak z płatka i zapewni dobrobyt całej cywilizacji?

Kwestia badań i zastosowania CRISPR'u musi zostać rozstrzygnięta jak najszybciej. Jest to powszechnie znana metoda w świecie bioinżynierii, której, można wierzyć, pracownicy naukowcy generalnie nie mają planów wykorzystać w złej wierze. Jednak kraje, które opłacają tych badaczy mogą nie być ze sobą już tak zgodne. Nietrudno jest sobie wyobrazić scenariusz, w którym świat zachodni hamowany zasadami etyki nie będzie chciał powszechnie stosować tej technologii, a tymczasem kraje podobne do Chin, ze względu na swoją odmienną kulturę, będą gotowe wprowadzić programy ulepszania dzieci w skali masowej i obowiązkowej. Pewnego dnia świat mógłby stać się miejscem, w którym wyższość jednej rasy nie jest wymysłem psychopatów, ale faktem dokonanym.

Wartym wspomnienia jest również wpływ innych technologii na ogólny rozwój medycyny. Wykorzystanie technik maszyn uczących pozwala doskonalić wiele procesów medycznych takich jak diagnozowanie, analiza skanów czy odkrywanie nowych leków (*techemergence*, 2018). W komputerach kwantowych pokładana jest zaś nadzieja, że pozwolą one przyspieszyć wiele procesów związanych z odkrywaniem nowych leków czy badaniem protein (Parsons 2011).

### **Mądry komputer i głupi człowiek**

Na lata 2011 i 2012 przypadają pierwsze zwycięstwa głębokich konwolucyjnych sieci neuronowych (Ujjwalkarn 2018), wykorzystujących karty graficzne w zawodach rozpoznawania obrazów (Schmidhuber, Jürgen 2018). Zaskakujące nie było jednak to, że te zaawansowane technicznie programy pokonały inne zaawansowane technicznie programy. Zaskakujące było to, że komputer wykorzystujący tę technologię był w stanie osiągnąć lepsze wyniki od człowieka. Różnica nie była duża, bo sięgająca maksymalnie czterech procent skuteczności. Jednakże, wiadomość, że maszyna potrafi wykonać zadanie kognitywne tak samo dobrze, a czasami nawet lepiej od człowieka, nie tracąc przy tym swojej charakterystycznej szybkości ani skalowalności, odbiła się na świecie szerokim echem. Nie trzeba było długo czekać na dalszy rozwój wydarzeń. Andrew Ng, jedna z bardziej eminentnych postaci w świecie badań nad sieciami neuronowymi, oświadczył w październiku 2016 roku, że prawie każda czynność jaką człowiek może wykonać w mniej niż jedną sekundę może zostać poddana procesowi automatyzacji (Twitter 2018).

Raport przygotowany przez firmę konsultingową McKinsey (McKinsey 2017) informuje, że gdyby wykorzystana została cała dostępna obecnie technologia, to możliwe byłoby zautomatyzowanie ponad połowy wszystkich zadań wykonywanych w pracy. Trzeba zauważyć, że mowa jest jedynie o zadaniach wykonywanych w pracy, a nie o całej pracy. Wiąże się to z kwestią często pomijaną przy prognozach mówiących o robotach inteligentniejszych od ludzi za pięćdziesiąt lat. Należy pamiętać, że wszystkie obecnie stosowane technologie, którym przypinamy etykietę sztucznej inteligencji, są tylko i wyłącznie zautomatyzowaną statystyką. Warto zauważyć, że rozum człowieka składa się z inteligencji oraz wiedzy. Wszystkie wychwalane technologie sięgają obecnie tylko do sfery wiedzy, zaś nie potrafią dokonać niczego przypominającego ludzkie rozumowanie, kreatywność czy umiejętność rozwiązywania problemów.

Z drugiej strony jednak pojawiają się głosy nazywające sztuczną inteligencję „wszystkim, co nie zostało dotąd dokonane” – ten cytat należy akurat do Douglasa Hofstadtera. Wyznawcy tego twierdzenia nawiązują do faktu, że czynności wcześniej uznawane za zadania bez wątpienia kognitywne, po ich zautomatyzowaniu tracą poprzedni tytuł i stają się mechanicznymi banałami. Sytuacja ta jest widoczna na przykładzie oprogramowania Optical Character Recognition, które pozwala zamienić tekst zapisany w postaci obrazu na tekst w postaci np. dokumentu Word. Ta technologia, będąca kiedyś głównym wyzwaniem świata sztucznej inteligencji, jest teraz powszechnie stosowana i możliwa do instalacji na każdym typowym smartphonie.

Społeczno-ekonomiczne skutki wdrożenia sztucznej inteligencji wciąż pozostają niewiadomą, a przez to stanowią inspirację dla badaczy, pisarzy czy polityków. Postęp można jednak zauważyć w zmianie pytań stawianych tematyce sztucznej inteligencji.

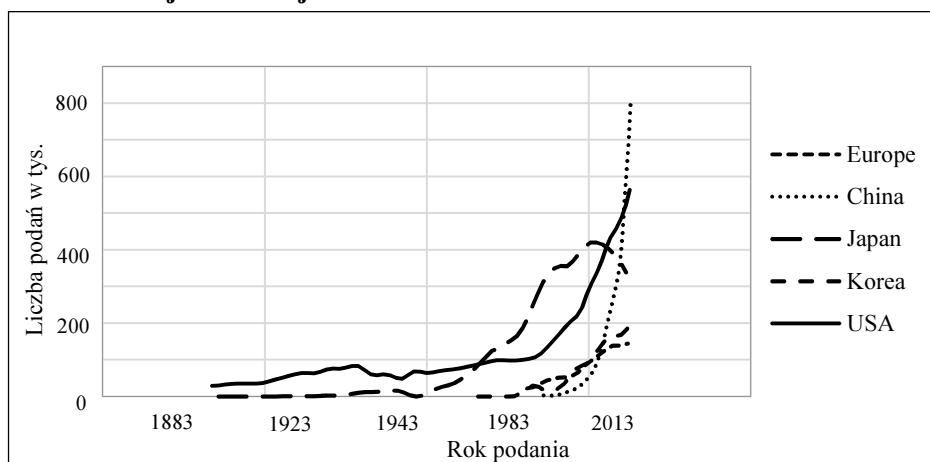
Ludzkość już dawno zmieniła swoje podejście z pytającego „Czy to jest możliwe?” do „Jak bardzo to na nas wpłynie?”.

### Maksimum zabawy i nowe szczyty

Gdyby sporządzić listę najbardziej futurystycznych urządzeń w czołówce na pewno znalazłyby się okulary do wirtualnej rzeczywistości (Virtual Reality) i rozszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality). Obecnie urządzenia tego typu są dopiero adaptowane do użytku masowego, zaś rozrywka czerpana z filmów lub gier w świecie wirtualnym z powodu problemów technicznych może dostarczyć więcej problemów niż zabawy. Nie jest jednak nierozsądną prognoza mówiąca o tym, że w przeciągu paru lat nasza cywilizacja stanie się świadkiem technologii, która w odcinaniu od rzeczywistości pozostawi w tyle nawet najbardziej uzależniające gry komputerowe. Czy ludzkość jest gotowa na ten poziom rozrywki?

Szóstego lutego 2018 roku odbyła się udana misja rakiety Falcon Heavy (*SpaceX*, 2018). Na orbitę ziemi wyniesiony został samochód Tesli, dając każdemu szansę obejrzenia surrealistycznego nadania na żywo samochodu podróżującego przez przestrzeń kosmiczną na Youtube. Dodatkowo, dwa z trzech napędów automatycznie wróciły na Ziemię i są gotowe do dalszego użytkowania. Fakt odzyskania napędów jest porównywalny do wystrzelenia Sputnika czy lądowania na księżycu. Po raz pierwszy odzyskana została duża część rakiety a tym samym oszczędzone zostały miliony dolarów. Osiągnięcie to porównać można do stworzenia pierwszej maszyny do tkania wełny, która swoją szybkością pozwoliła zaoszczędzić masowe koszty produkcji. Czy efekt tych dwóch wydarzeń będzie podobny?

### Nowa definicja rewolucji



**Rysunek 1.** Liczba podań patentowych w pięciu największych biurach patentowych na świecie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z World Intellectual Property Organization.

Na rysunku 1. widać liczbę aplikacji patentowych w pięciu największych krajach pod względem aplikacji patentowych, na przestrzeni lat 1883-2013. Wykres pochodzi ze Światowej Organizacji Własności Intelektualnej (*World Intellectual Property Organization*, 2018).

Dane dla różnych państw charakteryzują się inną zmiennością przebiegu funkcji, lecz można zauważyć, że suma tych pięciu wykresów przypominałaby funkcję wykładniczą. Taka zależność oznaczałaby, że świat mógłby utworzyć więcej patentów w ciągu następnej dekady niż przez cały ostatni wiek.

Za tą obserwacją podążają następujące wnioski. Przełomowe wynalazki, które odmieniają w całości pewną dziedzinę życia, mogłyby pojawiać się nie co dekadę, lecz co pół roku. Życie każdego człowieka musiałoby nabrać zupełnie innego rytmu i przyjąć za stały element życia ciągłe zmiany stylu życia, miejsca pracy czy relacji międzyludzkich. Chociaż brzmi to jak typowy materiał *science-fiction*, zauważyć można, że większość z obecnie implementowanych wynalazków, także było traktowane jako *science-fiction* jeszcze kilkadziesiąt lat temu.

Nawiązując do tytułu tej pracy, możliwe jest, że trzecia rewolucja przemysłowa była tak naprawdę ostatnią. Epoka, w którą wkraczamy, może być okresem, w którym rewolucje są tak częste, że zaciera się ich rewolucyjny charakter.

Kolejną kwestią jest to, jak ludzkość poradzi sobie z coraz większą liczbą problemów kreowanych przez wynalazki. W poprzednich rozdziałach zobaczyć można było, że każde dzieło innowacji niesie ze sobą zarówno szanse jak i zagrożenia. Co stanie się, gdy tych zagrożeń będzie więcej niż społeczeństwo może znieść? Czy ludzkości grozi zagłada poprzez pójście za daleko? A może przekroczona zostanie masa krytyczna i wszystkie problemy prysną, zaś ludzkość wejdzie w erę prawdziwego oświecenia?

## Bibliografia

Bell D., 1973, *The Coming of Post-Industrial Society*.

*Britannica*, <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution> (dostęp: 28.02.2018).

Castells M. (brak daty). *The Information Age: Economy, Society and Culture*.

*CNN*, <https://edition.cnn.com/2015/12/02/us/san-bernardino-shooting/index.html> (dostęp: 28.02.2018).

*Cult of Mac*, <https://www.cultofmac.com/412870/how-apple-could-hack-terrorists-iphone-for-fbi-if-it-wanted-to/> (dostęp: 28.02.2018).

*Digital Revolution*, <https://web.archive.org/web/20081007132355/http://history.sandiego.edu/gen/recording/digital.html> (dostęp: 28.02.2018).

*Futurism*, <https://futurism.com/11-incredible-things-crispr-has-helped-us-achieve-in-2017/> (dostęp: 28.02.2018).

*Gizmodo*, <https://gizmodo.com/the-fbi-paid-900-000-to-unlock-the-san-bernardino-kill-1795010203> (dostęp: 28.02.2018).

Ledford H., *CRISPR, the disruptor*, <https://www.nature.com/news/crispr-the-disruptor-1.17673> (dostęp: 28.02.2018).

McKinsey, January 2017, *Harnessing automation for a future that works*, McKinsey Global Institute.

McLuhan M., 1989, *The Global Village: Transformations in World Life and Media in the 21st Century*.

- OccupyWallStreet*, <http://occupywallst.org/> (dostęp: 28.02.2018).
- Padamvathi V., Vardhan B. V. i Krishna A., 2016, Quantum Cryptography and Quantum Key Distribution Protocols: A Survey. *IEEE Xplore*.
- Parsons D. F., 2011, Possible Medical and Biomedical Uses of Quantum Computing. *An interdisciplinary journal of neuroscience and quantum physics*, 1-5.
- Schmidhube, Jürgen, <http://people.idsia.ch/~juergen/computer-vision-contests-won-by-gpu-cnns.html> (dostęp: 28.02.2018).
- Schwab K., 2016, *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Shor P. W., 1995, Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer. *arXiv*.
- SpaceX, <http://www.spacex.com/falcon-heavy> (dostęp: 28.02.2018).
- Techemergence, <https://www.techemergence.com/machine-learning-in-pharma-medicine/> (dostęp: 28.02.2018).
- The Review on Antimicrobial Resistance*, <https://amr-review.org/> (dostęp: 28.02.2018).
- Toffler A., (1970), *Future Shock*.
- Twitter, <https://twitter.com/andrewyng/status/788548053745569792> (dostęp: 28.02.2018).
- Ujjwalkarn, <https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets/> (dostęp: 28.02.2018).
- World Intellectual Property Organization, <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (dostęp: 28.02.2018).