

# Cyfrowe lustro rzeczywistości



Ponad 30 lat temu ukazała się książka profesora Uniwersytetu Yale, Davida Gelertnera, pod tytułem „Mirror Worlds” („Lustrzane światy”). Przewidział on w niej m.in. powstanie informatycznej kopii rzeczywistości, czegoś w rodzaju działającego w czasie rzeczywistym cyfrowego modelu świata opartego na specjalnych technologiach przetwarzania dużych ilości danych, które również opracował i opisał w książce.



**Jacek Grabowski**

z wykształcenia specjalista gazownictwa i górnictwa naftowego, przygodę z informatyką rozpoczął w końcu lat 80. XX wieku od współpracy z wydawnictwem „Lupus”, gdzie publikował teksty głównie w dwutygodniku „PCKurier” i miesięczniku „Enter”. Współtwórca pierwszego w Polsce informatycznego czasopisma B2B „MRK” (1997). Był redaktorem naczelnym miesięcznika „Reset”, współpracownikiem wielu innych tytułów (magazyn „WWW”, „IT Reseller”, „Komputer Świat”). Obecnie freelancer, współpracuje m.in. z warszawską komunikacją miejską.



Choć jego idee jako całość nie sprawdziły się, a późniejsze próby ich wdrożenia w życie zakończyły się niepowodzeniem, to jednak przedstawione przez niego założenia stały się podstawą wprowadzonej do przemysłu w 2002 r. przez Michaela Grievesa techniki nazwanej „digital twin” („cyfro-

wy bliźniak”), stanowiącej dziś istotny element koncepcji Przemysłu 4.0, ale ostatnio wykraczającej coraz bardziej poza ramy industrialne. Technika ta – w maksymalnym uproszczeniu – polega na stworzeniu dokładnego matematycznego modelu dowolnego urządzenia czy maszyny

działającego w chmurze i sprzężonego z oryginałem za pomocą interfejsów przesyłania danych.

## Apollo 13 – pierwszy „bliźniak”

Bardzo dobrym przykładem, jak to działa, okazuje się jeszcze wcześniejsza od koncepcji Gelertnera i Grievesa historia sprowadzenia na Ziemię statku kosmicznego Apollo 13. Podczas misji w Kosmosie wybuchły zbiorniki tlenu i załoga znalazła się nagle w krytycznej sytuacji. Zarządzono natychmiastowy powrót na Ziemię, ale w zupełnie nietypowej dla statku konfiguracji, z wyłączonym głównym modułem i załogą przebywającą w sprzężonym z nim lądowniku księżycowym. Efektem takiej konfiguracji był m.in. całkowity brak automatyki sterowania i trudności ze zdobyciem danych nawigacyjnych. W trybie „ręcznym” manewrowanie statkiem było piekielnie trudne i zaczął on dryfować w przestrzeni kosmicznej.

W akcji ratunkowej sięgnięto po symulatory, zbudowane wcześniej w celu szkolenia załóg. Relatywnie szybko udało się je dostosować do nietypowej konfiguracji statku i rozpoczęto opracowywanie precyzyjnych metod sprowadzenia Apolla na ziemię. Zostały tak dokładnie przećwiczone na Ziemi na kilkunastu symulatorach, że uzyskano pewność ich skutecznego wdrożenia w Kosmosie. Ciągła wymiana informacji między kontrolą lotów a kosmonautami pozwoliła bezpiecznie sprowadzić statek z załogą, co zamieniło początkowe niepowodzenie w sukces.

## Cechy „bliźniaka”

Oczywiście trudno w tej sytuacji mówić o pełnej cyfrowości „bliźniaka” statku Apollo: w istocie przedsięwzięcie ratowania kosmonautów było realizowane w większości raczej analogowymi metodami, tym niemniej scenariusz operacji i sposób jej przeprowadzenia jest w dużym stopniu zbliżony z koncepcją „digital twin”. Wykazał to w swoim opracowaniu inżynier Siemens, Stephen Ferguson. Po pierwsze – posiadanie cyfrowego „bliźniaka” urządzenia jest najbardziej przydatne wtedy, kiedy oryginał jest trudno dostępny do przeprowadzania na nim prac serwisowych, jak to miało miejsce w przypadku Apolla. Po drugie – do prawidłowego działania „bliźniaka” potrzebny jest odpowiedni przepływ danych między fizycznym urządzeniem a modelem, czego dokonano za pomocą telemetrii i kontaktów radiowych.

Cechami „bliźniaka” jest też **elastyczność** (NASA błyskawicznie dostosowała symulatory do nowej sytuacji) i **szybkość reakcji** – tutaj w ciągu trzech i pół dnia miała miejsce olbrzymia liczba interakcji symulatorów i rzeczywistości, każde niepowodzenie było szybko sprawdzane i korygowane, co powodowało konieczność wielokrotnego przeprojektowania pierwotnych założeń. No i w końcu złożoność

modelu „bliźniaka”: NASA zastosowała 15 symulatorów; podobnie współczesne „bliźniaki” są często budowane z wielu mniejszych modeli współpracujących ze sobą.

## Zastosowanie w przemyśle

Stworzenie modelu rozpoczyna się od zbierania i sprawdzania danych wejściowych. Dane są najistotniejszym elementem „bliźniaków”. Ale dane mogą być różne: mogą pochodzić nie tylko z telemetrii i czujników, lecz również z oględzin na miejscu pracy maszyny czy linii produkcyjnej. Zbieranie danych do modelu umożliwia inżynierom tworzącym „bliźniaka” odpowiednie wgłębienie się w konkretny modelowany obiekt i zrozumienie zachodzących w nim procesów. Bez właściwego zrozumienia tej specyfiki skonstruowanie sprawnego modelu „bliźniaka” jest niemożliwe. Dlatego proces jego tworzenia obejmuje szereg konsultacji, podczas których budowany model jest wielokrotnie testowany i udoskonalany, zanim zacznie działać i dostarczać dane wyjściowe.

Modele „digital twin” (DT) możemy podzielić na trzy kategorie:

- **DT zasobu:** stosujemy go wtedy, kiedy chcemy np. lepiej wykorzystać posiadany park maszynowy. Podobnie takiego „bliźniaka” można użyć w celu typowo serwisowym i szkoleniowym – do ciągłej obserwacji pracy maszyny i symulowania ewentualnych kłopotów technicznych zakłócających proces jej działania.
- **DT operacyjny:** modelujemy cały proces produkcyjny poprzez szereg modeli współpracujących w tym modelu urządzeń. Możemy też modelować inne procesy okołoprodukcyjne – np. komunikację między magazynami a linią produkcyjną i kolejne zagadnienia logistyczne.
- **DT biznesowy:** modelowany jest nie tylko proces produkcyjny, lecz także cały związany z nim model biznesowy.

Jak widać, spektrum zastosowań „bliźniaków” w przemyśle jest szerokie, a ich przydatność bardzo duża. Za ich pomocą możemy kontrolować cykl życia maszyn produkcyjnych albo urządzeń produkowanych w fabryce. Bez konsekwencji zniszczenia fizycznych obiektów przetestujemy dowolny układ i proces produkcji w dowolnie nietypowych warunkach, co pozwoli przygotować odpowiednie scenariusze katastrof i sposoby radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych. Dzięki zastosowaniu „bliźniaków” można lepiej wy-

szkolić pracowników w obsłudze maszyn i zoptymalizować liczbę ludzi potrzebną do ich obsługi. Od momentu gdy zostanie odpowiednio zbudowany model – zgodnie z celem, jaki ma spełniać – przedsiębiorca zaczyna otrzymywać dane, które pozwolą mu pracować efektywniej.

## Na początku były dane

Do zbudowania dobrego „bliźniaka” potrzebne są dane i odpowiednie sposoby ich przetwarzania. A mówimy tu o niebagatelnych ilościach różnych danych płynących w czasie rzeczywistym. Żeby takie modele mogły działać dobrze i odpowiednio współpracować z oryginałami, potrzeba dużej mocy obliczeniowej i wydajnej komunikacji (patrz tekst na str. 25). Dopiero współcześnie uzyskaliśmy taki poziom rozwoju technologicznego, że możemy szeroko stosować techniki cyfrowego modelowania różnych „bliźniaków”.

We wczesnej fazie informatyzacji i komputeryzacji dane były pozyskiwane głównie metodą digitalizacji, czyli przetwarzania informacji analogowej na dane cyfrowe. Z czasem zaczęło pojawiać się coraz więcej danych generowanych już wewnątrz przez komputery na podstawie danych przetworzonych po procesie digitalizacji. Rosnąca liczba cyfrowych czujników zamontowanych w wielu miejscach, przemysłowe i miejskie kamery cyfrowe – to kolejne generatory danych. Wreszcie źródłem danych zaczęli być sami ludzie, którzy wraz z rozwojem techniki cyfrowej pozyskiwali zaawansowane urządzenia i oprogramowanie pozwalające im digitalizować coraz szerszy zakres prywatności.

Obecnie ilość danych różnego rodzaju rejestrowanych na świecie rośnie błyskawicznie. Już w 2015 r. IBM wykazał, że 90 proc. wewnętrznych danych firmy zostało wytworzonych w ostatnich dwóch latach jej działalności (od 2013 r.). Tak skokowo rosnąca liczba danych w połączeniu z doskonałymi jednostkami centralnymi i urządzeniami komunikacyjnymi umożliwia coraz bardziej szczegółowe ich przetwarzanie i tworzenie modeli różnych zjawisk, np. społecznych. Widoczne zalety modelowania socjologicznego powodują, że pojawia się narastający trend zbierania i gromadzenia jeszcze większej ilości danych, czasem nawet na zapas, danych nadmiarowych – bo zawsze mogą się przydać.

## Datafikacja i daneizm

Technika „cyfrowego bliźniaka” tak naprawdę sytuuje się wewnątrz szerszego zagadnienia, które Viktor Mayer-Schonberger i Kenneth Cukier zdefiniowali w 2013 r. jako datafikację (danetyzację). Terminem tym określili oni zjawisko dążenia do opisanego danymi każdego zjawiska naszej rzeczywistości, aby następnie poddać te zagregowane dane odpowiedniemu przetworzeniu i skwantyfikowaniu w celu uzyskania nowej wartości. Zjawisko to potężnie

z każdym rokiem zbierania danych przez ludzi. Ponieważ coraz więcej można wymodelować i przewidzieć, a także widoczne są sukcesy strategii wypracowanych przez analizę różnych danych, tego zjawiska nie da się już zahamować.

Konsekwencją datafikacji jest więc rosnące przekonanie o ponadprzeciętnej wartości danych zbieranych z różnych źródeł cyfrowych. „Cyfrowy bliźniak” staje się w takim przypadku ważniejszy od fizycznego oryginału. W końcu dzięki niemu możemy ulepszać rzeczywistość. W dalszej perspektywie datafikowania świata pojawia się więc „daneizm” (*dataism*), czyli ideologia twierdząca, że dane mogą reprezentować życie społeczne czasem lepiej lub bardziej obiektywnie niż interpretacje „analogowe” (ludzkie). Dochodzi więc do punktu, w którym stwierdzamy, że wszelkie wirtualne dane są ważniejsze od rzeczywistości. Niedaleko stąd do przekonania, że cyfrowego nadczłowieka można stworzyć stosując kwantyfikację danych zebranych o prawdziwym człowieku i odpowiednie algorytmy.

## Czy będziemy mieć cyfrowych „bliźniaków”?

Rozwój i przyspieszenie transmisji danych w Internecie, a także szalona popularność mediów społecznościowych powodują, że dysponując szczegółowymi danymi o naszym życiu, można opisać mnóstwo aspektów życia człowieka modelami matematycznymi o rosnącej precyzji. Analizie mogą być poddawane przekazy słowne, czyli teksty, które wpisujemy. Korzystając z telefonii komórkowej, dostarczamy danych lokalizacyjnych, które pozwalają określić nasze położenie i przemieszczanie się. Płacąc środkami cyfrowymi, zdradzamy dane o swoich zainteresowaniach czy priorytetach zakupowych. Swoimi zachowaniami i komentarzami w mediach społecznościowych ujawniamy swoje uczucia i nastroje. Chodząc do lekarzy, dostarczamy szczegółowych danych o naszym organizmie. Mało tego – chętnie sami się datafikujemy, zbierając np. dane o ciśnieniu krwi, pulsie itd.

” *Romantycy śmieli się ze „szkiełka i oka” rzekomo bezsilnych wobec intuicji czy uczuć – ten naiwny pogląd ulega w naszych czasach negatywnej weryfikacji.*

Wbrew pozorom „cyfrowy bliźniak” nie musi być precyzyjnym modelem fizycznej rzeczywistości. Także i tutaj da się zastosować kompresję nadmiarowych danych, modelując tylko kluczowe mechanizmy i węzły między nimi. Nie trzeba więc się łudzić, że istnieją jakiegokolwiek zjawiska w naszym życiu, których nie da się opisać danymi na tyle dobrze, by uzyskać jakąś statystyczną średnią trafności przewidywań utworzonego w ten sposób modelu.