

i tak dalej. Z kolei odwołanie do samego siebie ma miejsce wtedy, gdy definicja pojęcia zawiera odwołanie do siebie, zwykle przez użycie nazwy lub symbolu. Rozważmy to na przykładzie definicji *potomka* (która została użyta jako podstawa algorytmu wyznaczania potomków w rozdz. 4). Naszymi następcami są wszystkie nasze dzieci i następcy naszych dzieci. Jest to definicja słowa *potomek*, która zawiera odwołanie do tego samego słowa.

W tym rozdziale prezentuję różne postacie rekurencji i szczegółowo omawiam związek między postaciami rekurencji, jakimi są podobieństwo własne i odwołania do siebie. Wykorzystuję trylogię filmową *Powrót do przyszłości* oraz ideę podróży w czasie, aby pokazać kilka aspektów związanych z rekurencją. Podróż w czasie można rozpatrywać jako mechanizm, który działa jak rekurencja w sensie opisu sekwencji zdarzeń. Zaczynając od stwierdzenia, że definicje rekurencyjne można rozumieć jak instrukcje do podróży w czasie, wyjaśniam paradoksy czasu i sposób ich powiązania z pytaniem o sens definicji rekurencyjnych, a także koncepcję *punktów stałych* (*fixed points*).

W tym rozdziale przedstawiam także kilka cech rekurencji. Przykładowo, rekurencja pokoju z telewizorem jest bezpośrednia w tym sensie, że obraz pokoju jest wprost zawarty jako część samego siebie. Ponadto rekurencja nie jest ograniczona, czyli zawieranie się trwa do nieskończoności, gdybyśmy mogli więc wciąż powiększać i poszerzać ekran telewizora do rozmiarów zdjęcia, to nigdy nie osiągnęlibyśmy granicy zawierania się w sobie. W tym rozdziale analizuję też przykłady pośredniej i ograniczonej rekurencji i badam ich wpływ na pojęcie rekurencji.

Wreszcie wyjaśniam bliski związek między pętlami a rekurencją, pokazując, jak algorytmy zawierające pętle – na przykład algorytm wyszukiwania kamyków przez Jasia i Małgosię – można opisać także za pomocą rekurencji. Pokazuję, że pętle i rekurencja są równoważne w tym sensie, że każdy algorytm, który wykorzystuje pętle, zawsze można przekształcić w algorytm, który oblicza ten sam wynik za pomocą rekurencji i vice versa.

Chodzi o czas

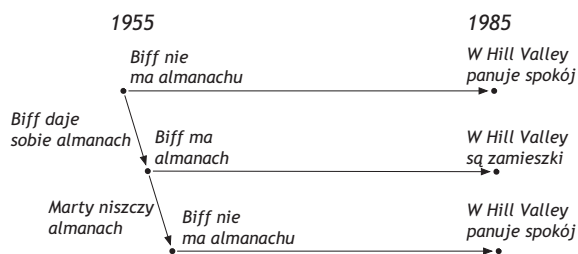
Podobnie jak w wielu innych opowieściach o podróżach w czasie, trylogia filmowa *Powrót do przyszłości* wykorzystuje podróż w czasie jako metodę rozwiązywania problemów. Ogólny pomysł polega na tym, aby znaleźć przeszłe zdarzenie, które powoduje problem w teraźniejszości i cofnąć się w czasie, aby zmienić to zdarzenie, mając nadzieję, że zdarzenia rozwiną się inaczej i unikniemy problemu. W filmie *Powrót do przyszłości* uczoney Doc Brown wynalazł w roku 1985 maszynę czasu, która pozwala mu wraz z przyjacielem Martym McFly'em,

uczniem liceum, przeżyć kilka przygód. W pierwszym filmie Marty przypadkowo cofa się do roku 1955 i przeszkadza swoim rodzicom zakochać się, co zagraża egzystencji jego i jego rodzeństwa. Ostatecznie udaje mu się przywrócić (większość) historii i bezpiecznie wrócić do roku 1985. W drugim filmie Marty, jego dziewczyna Jennifer i Doc Brown wracają z podróży do roku 2015, w którym musieli rozwiązać problem z dziećmi Marty'ego i Jennifer. Okazuje się, że rok 1985 stał się ponury i pełen przemocy, gdyż Biff Tannen, antagonistą Marty'ego z poprzedniego filmu, stał się bogatym i potężnym człowiekiem. Biff zamordował ojca Marty'ego i ożenił się z jego matką. Biff zbudował swoje bogactwo dzięki almanachowi sportowemu z roku 2015, który pozwolił mu przewidywać wyniki wydarzeń sportowych. Almanach ukradł Marty'emu w 2015 roku i dał swojemu młodszemu wcieleniu, przenosząc się za pomocą maszyny czasu do roku 1955. Aby przywrócić rzeczywistość roku 1985 do stanu sprzed ich podróży do roku 2015, Marty i Doc Brown muszą wrócić do roku 1955, aby zabrać Biffowi almanach.

Doc Brown: – *Oczywiście kontinuum czasowe zostało naruszone, tworząc nową sekwencję w czasie, czego wynikiem jest ta alternatywna rzeczywistość.*

Marty: – *Doc, proszę mów po angielsku!*

Wszystkie te przeskoki w czasie są nieco mylące i Doc Brown musi wytłumaczyć Marty'emu niektóre z konsekwencji planowanej podróży maszyną czasu, rysując na tablicy coś, co przypomina diagram pokazany obok.



Niektóre trudności w zrozumieniu tej i innych historii o podróżach w czasie są zakorzenione w naszym doświadczaniu rzeczywistości jako jednego strumienia zdarzeń z jedną przeszłością i jedną przyszłością. Możliwość podróży w czasie stanowi wyzwanie dla takiego wyobrażenia, pokazując potencjalnie wiele alternatywnych rzeczywistości. Alternatywne podróże w czasie i w rzeczywistości nie są jednak nam całkiem obce. W zasadzie podróżujemy w czasie, choć w nieco ograniczony sposób. Jak określił to Carl Sagan „wszyscy podróżujemy w czasie – z szybkością dokładnie jednej sekundy na sekundę”¹. Rozważamy także rzeczywistości alternatywne, gdy planujemy przyszłość i gdy sięgamy wspomnieniami w przeszłość, choć nigdy nie doświadczamy rzeczywistości alternatywnych.