

Ruch z bezruchu – rozważania o mechanizmie powstawania ruchomego obrazu

Wprowadzenie¹

Obraz ruchomy, zarówno ten rejestrowany kamerą, jak i ten sztucznie generowany, stał się tak powszechnym elementem naszego otoczenia, że dawno już przestał nas zadziwiać i budzić nasze wątpliwości. Traktujemy go jak coś naturalnego, nie różniącego się znacznie od podobnych zjawisk zachodzących w przyrodzie. A przecież mamy do czynienia z czymś na wskroś sztucznym. To, co jawi się nam jako płynna, ciągła zmiana, w rzeczywistości stanowi sekwencję nieruchomych i odrębnych stanów. Mamy tu więc do czynienia raczej z iluzją ruchu niż z samym ruchem.

Czym jednak jest sam ruch? Być może również i on jest tylko złudzeniem? Taki postulat wysunęli już w starożytności filozofowie z Elei, a echa ich myśli odnajdujemy między innymi w słowach Mikołaja z Kuzy, uczonego schyłku średniowiecza: „ruch jest niczym innym jak [...] uporządkowanymi w ciąg stanami spoczynku”².

Dzisiaj, pomimo ogromnego postępu nauki, wciąż do końca nie wiemy, jaka jest natura ruchu. Potrafimy natomiast dość dokładnie wyjaśnić, w jaki sposób powstaje jego iluzja. Spróbujmy zatem spojrzeć na ruch – to, jak się zdaje, fundamentalne w przyrodzie zjawisko – przez pryzmat wiedzy o jego sztucznym odtwarzaniu oraz wiedzy o własnościach naszej percepcji.

Dyskretna iluzja ruchu

Kiedy w polu naszego widzenia przemieszcza się jakiś obiekt, zakładamy, że jego ruch jest płynny, ciągły. Nie potrafimy wyodrębnić pojedynczych stadiów tego ruchu. Kiedy jednak ten sam ruch obiektu nagramy kamerą, powstaną najmniejsze, niepodzielne „atomy” jego zapisu – kolejne klatki filmu. Tylko odpowiednio szybka projekcja tych nieruchomych kadrów może wytworzyć w naszym umyśle złudzenie płynnego, ciągłego ruchu.

¹Część zagadnień omawianych w tym rozdziale rozważana była wcześniej w niepublikowanej dotąd pracy doktorskiej autora: J. Jernajczyk, *Przestrzenie ruchów dyskretnych. Powstawanie i własności dyskretniej iluzji ruchu*, maszynopis, Wrocław 2013.

²Mikołaj z Kuzy, *Laik o umyśle*, tłum. A. Kijewska, Kęty, 2008, s. 183.

Zjawiska³, w których można wyróżnić kolejne, odrębne i niepodzielne elementy składowe, nazywamy zjawiskami *dyskretnymi*. Określenie to pochodzi od łacińskiego słowa *discretus*, oznaczającego *oddzielny*. Zjawiska dyskretne stanowią przeciwieństwo zjawisk *ciągłych*, które charakteryzują się swoistą spoistością⁴ oraz nieskończoną podzielnością⁵. W zjawiskach ciągłych nie sposób wyodrębnić pojedynczych elementów, niezależnie od tego, jak wnikliwie analizowalibyśmy ich wewnętrzną strukturę.

Rozróżnienie pojęć *ciągłości* i *dyskretności* nastąpiło już w czasach starożytnych – w matematyce i filozofii greckiej. Matematycy za ciągłe uznawali obiekty geometryczne, czyli takie, które można mierzyć; za dyskretne zaś obiekty arytmetyczne – takie, które można zliczać⁶. W filozofii ściśle odróżnienie tych pojęć znajdujemy u Arystotelesa: „Ilość jest bądź rozdzielna, bądź ciągła. [...] Przykładem ilości rozdzielnej jest liczba i mowa, przykładem ilości ciągłej jest linia, powierzchnia, ciało, a ponadto czas i miejsce”⁷. Do zjawisk ciągłych Arystoteles zaliczał również ruch, zachodzący w ciągłym czasie i ciągłej przestrzeni⁸.

Wymienione przez Arystotelesa wielkości dyskretne – liczba oraz mowa, a także służący do zapisu mowy alfabet, to nasze podstawowe systemy kodowania informacji. Pozwalają one za pomocą niewielkiego zbioru elementów (znaków i dźwięków) przekazywać złożone treści. Arystoteles wyraził to w słowach: „Z tych samych bowiem głosek powstaje tragedia i komedia”⁹. Podobnym argumentem posłużył się kilka wieków później rzymski poeta, Lukrecjusz, który, przez analogię do potencjału drzemiącego w alfabecie, pragnął podkreślić doniosłość atomistycznej koncepcji budowy materii:

*Oto w mych własnych wierszach odnajdziesz, przyjacielu,
Wiele jednakich liter, wspólnych wyrazom wielu,
Przyznasz jednak, że słowa i każdy z nich heksametr
Ma inny dźwięk, treść inną, znaczenie nie to samo —
Tyle potrafi zdziałać zmiana układu liter;
Ale zarodki rzeczy są bardziej rozmaite,
Z nich nieskończone powstaje bogactwo form materii¹⁰.*

3Dla wspólnego określenia *obiektów, pojęć, ilości* oraz *procesów* będziemy tutaj posługiwać się ogólnym terminem *zjawisko*.

4Zob. Arystoteles, *Fizyka*, tłum. K. Leśniak, Warszawa 2010, 227 a, s. 197.

5Zob. *ibidem*, 231 b, s. 212.

6Zob. Sekstus Empiryk, *Przeciw uczonemu*, tłum. Z. Nerczuk, Warszawa 2009, s. 221 oraz I. Guevera, C. Puig, *Zmierzyć świat. Kalendarze, długości i matematyka*, tłum. P. Karlik, Warszawa 2012, s. 16-24.

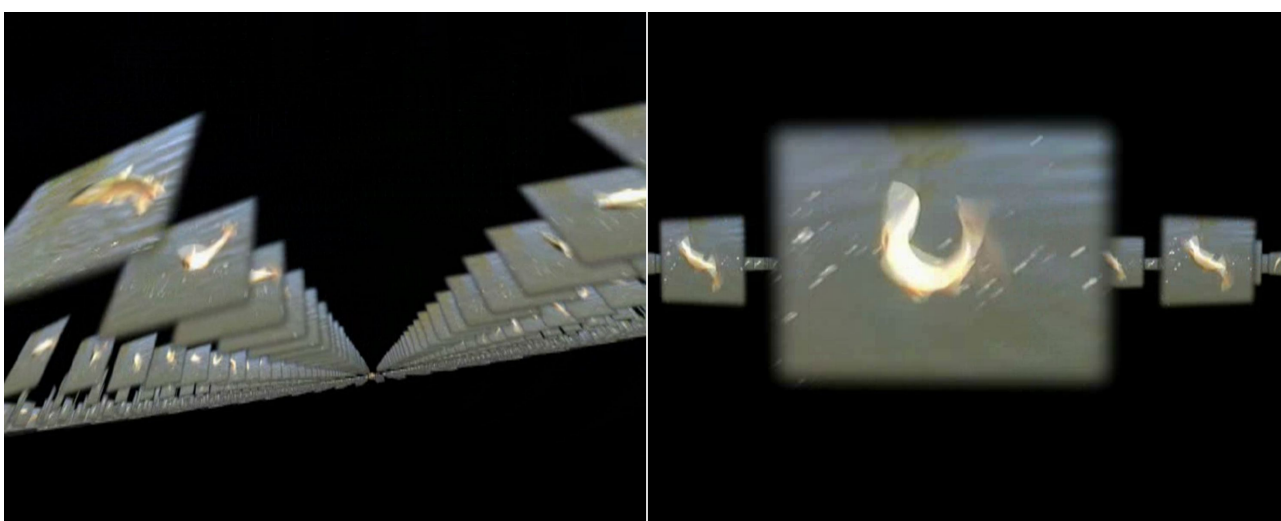
7Arystoteles, *Kategorie*, tłum. K. Leśniak, Warszawa 2013, 4 b, s. 22.

8Idem, *Fizyka*, 235 a, s. 222.

9Idem, *O powstawaniu i ginięciu*, tłum. L. Regner, Warszawa 1981, I 315 b, s.7.

10Lukrecjusz, *O naturze wszechrzeczy*, tłum. E. Szymański, Warszawa 1957, I 823-829, s. 31.

Dzisiaj najpowszechniejszym sposobem zapisu informacji jest zapis cyfrowy. Ma on strukturę w pełni dyskretną, gdyż każda informacja, niezależnie od jej rodzaju, sprowadzana jest ostatecznie do ciągu zer i jedynek. W ten właśnie sposób zapisywane są obrazy statyczne – jako uporządkowany zbiór liczb, reprezentujący skończoną matrycę niepodzielnych pikseli. W takiej też formie zapisuje się cyfrowe obrazy ruchome, stanowiące uporządkowaną sekwencję obrazów nieruchomych. Jednak jeszcze przed wynalezieniem i upowszechnieniem się zapisu cyfrowego, obraz ruchomy bazował, w swym wymiarze czasowym, na strukturze nieciągłej. Między sąsiednimi klatkami taśmy filmowej nie było przecież żadnych elementów pośrednich. Klatki klasycznego filmu stanowiły najmniejsze i niepodzielne w skali czasu elementy ruchomego obrazu – jego „czasowe atomy”.



il. 1. Stanisław Sasak, *GOLDFISH*, 2003, animacja cyfrowa 3D (kadry). Zapis wideo ryby trzepoczącej się na haczyku został rozbity na pojedyncze klatki, które rozmieszczono w przestrzeni trójwymiarowej. Szybki przelot wirtualnej kamery przez kolejne statyczne klatki powoduje ponowne uruchomienie obrazu.

Willard Van Orman Quine w barwny sposób opisał relacje, jakie zachodzą między zjawiskami ciągłymi i dyskretnymi w procesie powstawania klasycznego filmu:

W kinematografii gra dyskretności i ciągłości jest niezwykle kunsztowna. Błazeństwa aktorów na planie filmowym pomiędzy cięciami reżysera są ciągłe. Zapisuje się je na taśmie filmowej w dyskretniej sekwencji klatek, które w odpowiednim czasie są wyświetlane na ekranie, abyśmy mogli się nimi delektować. Jednakże dzięki szybkości dyskretniej projekcji i powolności ludzkiej percepcji w doświadczeniach widzów zachowuje się oryginalna ciągłość planu filmowego – nie zauważamy nawet interwencji reżysera¹¹.

11W. Van Orman Quine, *Różności. Słownik prawie filozoficzny*, tłum. C. Cieśliński, Warszawa 2000, s. 34.

Zaznaczmy, że wspomniana przez Quine'a „ciągłość planu filmowego”, odnosząca się do rzeczywistości fizycznej, nie jest z naukowego punktu widzenia rzeczą pewną, co zresztą filozof w swoim tekście zastrzegł¹². Do rozważań nad strukturą rzeczywistości fizycznej wrócimy w dalszej części niniejszego rozdziału.

Podsumowując to, co zostało dotąd powiedziane, twierdzimy, że obraz ruchomy nie jest tożsamy z ruchem fizycznym; stanowi tylko jego iluzję. Nie ma też struktury ciągłej, którą intuicyjnie zwykliśmy przypisywać ruchowi fizycznemu. Przeciwnie, obraz ruchomy stanowi sekwencję odrębnych, niepodzielnych pod względem czasowym klatek. Dotyczy to zarówno filmu cyfrowego, analogowego jak i urządzeń mechanicznych służących do wytwarzania iluzji ruchu. Dla podkreślenia tych własności ruchomego obrazu jego różne odmiany będziemy dalej określać wspólnym mianem *dyskretnej iluzji ruchu*¹³. Termin ten stanowi zatem próbę jednoczesnego uchwycenia trzech różnych zagadnień: 1) obraz ruchomy jest iluzją, 2) mamy wrażenie, że iluzja ta jest ciągła, 3) u podłoża tej iluzji leży struktura dyskretna. Chcąc zachować pełną precyzję należałoby pewnie mówić o *nieciągłym podłożu ciągłej iluzji ruchu*, czy też o *nieciągłym podłożu iluzji ciągłości ruchu*. Obydwa te wyrażenia są jednak zbyt rozbudowane, aby mogły funkcjonować jako zwięzły termin. Dlatego też, dokonawszy powyższego wyjaśnienia, w dalszym ciągu, w odniesieniu do ruchomego obrazu, posługiwać się będziemy pojęciem *dyskretnej iluzji ruchu*.

Uruchomienie obrazu

Choć ludzkie zainteresowanie zjawiskiem ruchu sięga czasów prehistorycznych – ślady jego utrwalania znajdujemy już w malowidłach naskalnych¹⁴, próby odtwarzania ruchu – wytwarzania jego iluzji, podjęte zostały stosunkowo niedawno.

Aby możliwe było wytworzenie iluzji ruchu musiały równolegle zaistnieć co najmniej dwa czynniki: odpowiedni rozwój możliwości technicznych oraz poznanie własności percepcji wzrokowej. Nastąpiło to dopiero w XIX w. Pierwszym urządzeniem prezentującym w pełni ruchomy obraz był *fenakistiskop*, wynaleziony w r. 1833 i rozpowszechniony przez belgijskiego fizyka Józefa Plateau¹⁵. W kolejnym roku brytyjski matematyk, William George Horner, zaprezentował *zoetrop*, który pozwalał oglądać animowane sekwencje kilku osobom jednocześnie. Animacje te złożone też były z większej niż w przypadku *fenakistiskopu* liczby kadrów. Pod koniec

¹²Zob. ibidem.

¹³Termin *dyskretna iluzja ruchu* po raz pierwszy został wprowadzony [w:] J. Jernajczyk, *Archeologia dyskretnej iluzji ruchu*, „Tekstoteka filozoficzna” 2013, nr 2, ss 16-21.

¹⁴Zob. W. Jewsiewicki, *Prehistoria filmu*, Warszawa 1953, s. 26.

¹⁵Niemal w tym samym czasie, być może nawet rok wcześniej, niezależnie od Plateau, identyczny przyrząd skonstruował austriacki uczonek Simon von Stampfer (zob. Jewsiewicki, *op. cit.*, s. 130).

XIX w. powstały aparaty korzystające z długich serii fotografii. Jednym z pierwszych tego typu urządzeń był *mutoskop*, wyposażony w walec z papierowymi zdjęciami. Mniej więcej w tym samym czasie pojawił się *kinetoskop* Edisona, w którym długa sekwencja fotografii umieszczona już została na zapętłonej taśmie¹⁶.

Proces doskonalenia metod rejestracji i projekcji ruchomego obrazu, doprowadził ostatecznie do powstania *kinematografu*. Niezbędnym elementem tego urządzenia był mechanizm umożliwiający skokowy przesuw taśmy. Nie trzeba było go wymyślać, gdyż tego typu element już od wieków stosowano przy konstrukcji zegarów. Był to tzw. *wychwyt*, służący do przekładania ciągłego ruchu obrotowego na ruch skokowy – dyskretny¹⁷. Działający na podobnej zasadzie *mechanizm maltański*, stał się więc nieodłącznym elementem wczesnych kamer i projektorów filmowych¹⁸.

Wychwyt i mechanizm maltański dokonywały swego rodzaju *dyskretyzacji* ruchu fizycznego. Rozbijały go na serię równych, odrębnych kroków. Ponownie ujawniła się tu paradoksalna cecha *dyskretnej iluzji ruchu* – stworzenie obrazu ruchomego, wymagało wstrzymywania na moment fizycznego ruchu maszyny.



16Zob. A. Gwóźdź, *Skąd się (nie) wzięło kino, czyli parahistorie obrazu w ruchu*, [w:] *Historia kina*, t. I, *Kino nieme*, red. T. Lubelski, I. Sowińska, R. Syska, Kraków 2012, s. 35.

17Zob. E. Gracián, *Badanie bezkresu. Nieskończoność w matematyce*, tłum. W. Bartol, Warszawa 2012, s. 28-29.

18Zob. D. Bordwell, K. Thompson, *Film Art. Sztuka filmowa. Wprowadzenie*, tłum. B. Rosińska, Warszawa, 2011, s. 518.

il. 2. Magdalena Zięba, *PUMASKOP*, 2016, animacja/video (kadry), 1' 08". Zarejestrowany poklatkowo ruch biegnącego zwierzęcia został sztucznie odtworzony za pomocą autorskiego urządzenia, działającego na podobnej zasadzie co *mutoskop*. Animacja powstała w ramach przedmiotu *Elementy nauk ścisłych w sztuce* (I rok lic. Sztuki Mediów, prow. J. Jernajczyk), jako realizacja zadania *Atomy obrazu*.

Własności ruchomych obrazów

Pionierzy filmu szybko zorientowali się, że ich nowe medium pozwala tworzyć obrazy, których nie można zaobserwować w warunkach naturalnych. Przełomowego odkrycia dokonał Georges Méliès – dostrzegł, że taśma filmowa umożliwia połączenie ze sobą scen, które w rzeczywistości nie następowały bezpośrednio po sobie. Tak narodził się montaż filmowy, a twórcy błyskawicznie zaczęli odkrywać drzemiący w nim potencjał. Jednym z najprostszych zabiegów montażowych była inwersja ruchu. Aby ją uzyskać, nie trzeba było w żaden sposób modyfikować aparatury rejestrującej bądź wyświetlającej; wystarczyło puścić taśmę filmową od tyłu¹⁹. Bardziej zaawansowane efekty uzyskiwano sterując prędkością odtwarzania filmu. Ruch na ekranie wygląda naturalnie, kiedy prędkość rejestracji jest taka sama, jak prędkość projekcji. Jeśli natomiast nagrany materiał odtworzymy w szybszym tempie, prezentowany na ekranie obraz ruchomy ulegnie przyspieszeniu. Z kolei odtworzenie z normalną prędkością materiału, który zarejestrowany został z częstotliwością znacznie niższą (np. zdjęcia wykonywane raz na minutę, godzinę czy dobę) spowoduje zupełnie inny rodzaj przyspieszenia, pozwalający ujrzeć zmiany, których nie możemy zaobserwować na bieżąco, takie jak zachód słońca czy wzrost roślin. Ruch w filmie można także spowolnić. Efekt taki otrzymamy, jeśli w normalnym tempie odtworzymy materiał zarejestrowany z bardzo dużą prędkością – kilkuset lub nawet kilku tysięcy klatek na sekundę. Tego typu operacja wymaga jednak zaawansowanej technologii, w związku z czym jej praktyczne zastosowanie stało się możliwe dopiero w czasach nam bliższych.

Wszystkie opisane wyżej zabiegi montażowe bazują na dyskretnej reprezentacji czasu, toteż można je stosować zarówno w wypadku filmu cyfrowego, jak i klasycznego filmu analogowego (obydwa rodzaje filmu pod względem czasowym cechuje budowa nieciągła). Film cyfrowy charakteryzuje się dodatkowo dyskretną strukturą pod względem przestrzennym – każda jego klatka stanowi matrycę prostokątnych pikseli, zawierających cyfrową informację o kolorze. Taka budowa pozwala na znacznie głębszą ingerencję w tkankę ruchomego obrazu. Twórca ma teoretycznie dostęp do każdego piksela składającego się na pojedynczą klatkę filmu.

Znaczenie możliwości pełnej manipulacji zatomizowanym obrazem ruchomym już w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych XX w. podkreślał Zbigniew Rybczyński. W wywiadzie

¹⁹Zob. J. Płażewski, *Język Filmu*, Warszawa 2008, s. 95.

udzielonym w 1983 r. dla „Interview Magazine” przewidywał rewolucję technologiczną w postaci obrazu telewizyjnego składającego się z punktów²⁰. Kilka lat później, nie dysponując jeszcze cyfrowym systemem wideo, w pewnym stopniu zrealizował ową ideę dyskretnej struktury klatki filmowej. Każdą klatkę filmu podzielił na 480 linii a następnie, przy pomocy autorskiej technologii, połączył linie pochodzące z odrębnych klatek w nowe kadry. W ten sposób w obrębie jednego kadru znalazły się fragmenty z 480 sąsiednich klatek, w wyniku czego każdy kadr filmu prezentował zdarzenia pochodzące z momentów wcześniejszych i późniejszych²¹. Równocześnie każde zarejestrowane na oryginalnym filmie zdarzenie, rozłożone zostało na 480 sąsiednich klatek. Tak powstał film *Czwarty Wymiar* (1988), w którym Rybczyńskiemu udało się uzyskać nowatorski wizualnie i niezwykle inspirujący poznawczo efekt deformacji czasoprzestrzennej ruchomego obrazu.

To pionierskie zastosowanie przez artystę idei dyskretnej budowy ruchomego obrazu, zarówno w jego wymiarze czasowym jak i przestrzennym, nastąpiło zanim jeszcze pojawiły się cyfrowe narzędzia służące do automatycznej manipulacji obrazem ruchomym. Choć dzisiaj podobne efekty można uzyskać modyfikując materiał filmowy za pomocą dość prostego algorytmu, trzeba pamiętać, że Rybczyński stworzył swoje dzieło w sposób manualny, bez pomocy komputera²². Cały czas wierzył jednak, że w przyszłości powstaną narzędzia programistyczne, umożliwiające mu dostęp do każdego piksela obrazu²³.

Złożoność współczesnych obrazów cyfrowych, szczególnie filmów wysokiej bądź ultra-wysokiej (UHD) rozdzielczości sprawia, że w praktyce manualne operowanie pojedynczymi pikselami klatek filmowych przekracza ludzkie możliwości. Manipulacje te można jednak usprawnić dzięki obróbce algorytmicznej. To właśnie programowalność stanowi jedną z najistotniejszych własności nowych mediów²⁴, warunkiem zaś koniecznym tej programowalności jest w pełni dyskretna budowa obrazu cyfrowego.

20Zob. M. Matousek, *Wywiad ze Zbigniewem Rybczyńskim dla „Andy Warhol's Interview Magazine”*, „Interview Magazine”. vol XIV. No 12, 1983 [w:] Z. Benedyktowicz (red.), *Zbigniew Rybczyński – Podróżnik do krainy niemożliwości*, Warszawa 1994, s. 84.

21Por. B. Janicka, *Wszystko jest tu magią. Leżąc plackiem przed Rybczyńskim*, [w:] Z. Benedyktowicz (red.), *Zbigniew Rybczyński...*, s. 118.

22Zob. R. Ciarka, *Zbigniew Rybczyński – pomiędzy awangardą i syntezą*, [w:] Z. Benedyktowicz (red.), *Zbigniew Rybczyński...*, s.168.

23Zob. P. Krajewski, *Wprowadzenie do Traktatu o obrazie*, [w:] Z. Rybczyński, *Traktat o obrazie*, Poznań 2009, s. 10.

24Zob. L. Manovich, *Język nowych mediów*, tłum. P. Cypriański, Warszawa, 2006, s. 92.



il. 3. Natalia Fałowska, *Przestrzeń, czas, ruch*, 2011, instalacja wideo (kadry), 1' 00". Trwające godzinę nagranie filmowe podzielone zostało na 60 jednoczęściowych fragmentów. Każdy z tych fragmentów umieszczono w wycinku koła, który odpowiadał danej minucie oryginalnego materiału. W ten sposób godzinny film został niejako „zwiniony” do czasu jednej minuty. Realizacja powstała w ramach przedmiotu *Elementy nauk ścisłych w sztuce* (I rok lic. Sztuki Mediów, prow. J. Jernajczyk), inspirację stanowił film *Czwarty Wymiar* Zbigniewa Rybczyńskiego.

Percepcja ruchu

Sztucznie wytworzony obraz ruchomy ma więc strukturę dyskretną. Wiele argumentów przemawia za tym, że nieciągły charakter ma również nasza percepcja wzrokowa. Na to, że w wymiarze przestrzennym da się wskazać najmniejsze niepodzielne pola – tzw. *minimum visibile*, zwracał już uwagę osiemnastowieczny myśliciel G. Berkeley²⁵. Badania naukowe potwierdziły, że obraz rejestrowany jest przez oko za pośrednictwem skończonej liczby światłoczułych komórek.

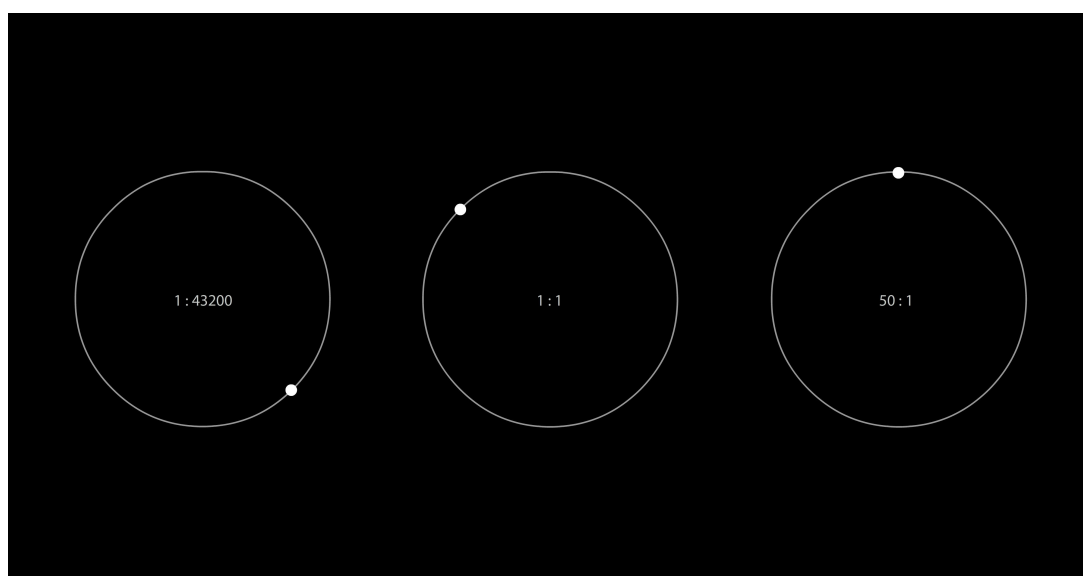
Percepcja wzrokowa wykazuje również dyskretny charakter w wymiarze czasowym:

25G. Berkeley, *Próba stworzenia nowej teorii widzenia*, tłum. dokonane w ramach ‘Translatorium z filozofii angielskiej’ Studium Doktoranckiego Instytutu Filozofii UMK w Toruniu pod kierunkiem Adama Grzelińskiego, [w:] idem, *Próba stworzenia nowej teorii widzenia i inne eseje filozoficzne*, Toruń 2011. s. 74.

Cała percepcja ruchu jest w gruncie rzeczy stroboskopowa. Kiedy przez moje pole widzenia przefruwa ptak, fizyczne przemieszczanie się ptaka jest ciągłe. To jednak, co ja widzę z lotu, powstaje z szeregu kolejnych «zapisów», dokonywanych przez pojedyncze receptory czy «pola receptywne» w siatkówce. [...] System nerwowy tworzy wrażenie ciągłego ruchu, scalając szereg tych króciutkich, chwilowych pobudzeń, z których każde rejestruje jedynie statyczną zmianę²⁶.

W świetle aktualnej wiedzy naukowej, nie możemy jednak mieć pewności, że „fizyczne przemieszczanie się ptaka” rzeczywiście ma charakter ciągły. Na rzecz tezy, iż nasza percepcja ruchu ma charakter dyskretny, przemawiają natomiast liczne eksperymenty, dowodzące, że człowiek nie jest w stanie rozróżniać bodźców następujących z dużą szybkością. Jeśli np. dwa błyski następują po sobie w odpowiednio krótkim odstępie czasu, to postrzegane są jako jeden. „Potrzeba upływu około 20 do 30-tysięcznych sekundy na to, aby dwa następujące po sobie wrażenia wzrokowe ukazały nam się jako niejednoczesne”²⁷. Zbyt szybkie ruchy powodują więc zlanie poruszających się obiektów w pozornie stabilną całość. Przykładowo wyświetlane na ekranie monitora obiekty statyczne wydają nam się niezmiennie, a przecież obraz ten miga (czyli porusza się, zmienia) kilkadziesiąt lub kilkaset razy na sekundę.

Jak zauważa B. Russell, „ruch jest *postrzegany*, a nie tylko *wywnioskowywany*, kiedy zachodzi on dostatecznie szybko, by wiele położeń było uchwytnych w jednej chwili dla naszych zmysłów...”²⁸. Nie potrafimy zatem obserwować na bieżąco również zmian zbyt wolnych. Nie widzimy np. ruchu godzinowej wskazówki zegara. Dopiero po upływie pewnego czasu, odwołując się do obrazu zapisanego w pamięci, możemy stwierdzić, że nastąpiło jej przemieszczenie.



26R. Arnheim, *Sztuka i percepcja wzrokowa. Psychologia twórczego oka*, tłum. J. Mach, Warszawa 1978, s. 387.

27E. Pöppel, *Granice świadomości. O rzeczywistości i doznawaniu świata*, tłum. A.D. Tauszyńska, Warszawa 1989, s. 22.

28B. Russell, *Nasza wiedza o świecie zewnętrznym*, tłum. T. Baszniak, Warszawa 2000, s. 149-150.

il. 4. Jakub Jernajczyk, *Granice ruchu*, 2013, instalacja/aplikacja cyfrowa (kadr). Wszystkie trzy widoczne na ekranie punkty poruszają się ruchem obrotowym wzdłuż okręgów, chociaż przy jednoczesnym oglądzie mamy wrażenie, że porusza się tylko punkt na okręgu środkowym. Zapisane wewnątrz okręgów stosunki liczbowe oznaczają ile obrotów na sekundę wykonuje dany punkt. Proporcja 1:43200 oznacza, że punkt wykonuje jeden obrót w czasie 43200 sekund, czyli 12 godzin. Porusza się on więc z prędkością godzinowej wskazówki zegara. Proporcja 1:1 oznacza, że punkt wykonuje jeden obrót w ciągu jednej sekundy i ruch tego punktu możemy obserwować bezpośrednio. Proporcja 50:1 oznacza natomiast, że punkt wykonuje 50 obrotów w czasie jednej sekundy. Ponieważ w aplikacji tej obraz odświeżany jest z prędkością 50 klatek na sekundę, punkt po wykonaniu pełnego obrotu eksponowany jest zawsze w tym samym miejscu, zatem jego ruch nie jest widoczny²⁹.

W psychofizjologii wielu cennych informacji dostarcza analiza stanów patologicznych. Jednym z nich jest tzw. migrena wzrokowa, podczas której badani nie widzą ciągłego ruchu, ale serię zatrzymanych kadrów. Odbierany przez nich obraz ruchu ulega swoistemu zatomizowaniu³⁰. Pozwala to przypuszczać, że bezpośrednia percepcja ma charakter dyskretny – poklatkowy, natomiast utworzenie ciągłego obrazu następuje gdzieś głębiej w mózgu. Kiedy mechanizm ten ulega zaburzeniu lub uszkodzeniu, percypowany obraz traci swój pozornie ciągły charakter. Wydaje się więc, że na jakimś poziomie dyskretny impulsy wzrokowe muszą ulegać swoistemu „uciągleniu”³¹. Jednym z najbardziej spektakularnych przykładów działania mechanizmu „uciągającego” jest *ruch pozorny*, czyli tzw. *zjawisko ϕ (fi)*, odpowiedzialne za powstawanie iluzji ruchu w filmie. „W odpowiednio spreparowanych warunkach dwa błyski światła następujące krótko po sobie w niewielkiej odległości wywołują u obserwatora percepcję świetlnej plamki przemieszczającej się w sposób ciągły od jednego punktu do drugiego”³². Gdy odstęp czasowy jest mniejszy od wymaganego, obserwator zobaczy dwie plamki występujące jednocześnie; jeśli natomiast przerwa będzie dłuższa, zobaczy dwa osobne błyski³³. Występowanie tego zaskakującego zjawiska zostało potwierdzone przez liczne eksperymenty, które dodatkowo wykazały, że nie ma ono wyłącznie charakteru złudzenia optycznego, lecz jest efektem twórczej pracy umysłu³⁴. Można zatem stwierdzić, że w przypadku *ruchu pozornego*, a także bazującej na nim *dyskretnej iluzji ruchu*, „mamy [...] do czynienia nie tyle z łączeniem, ile z tworzeniem logicznego kształtu w wymiarze czasu”³⁵.

29Ilustracja wraz z opisem pochodzi z: J. Jernajczyk, *Thinking in Images: The Role of Digital Media in Popularizing Science*, [w]: *Visual Thinking - Visual Culture - Visual Pedagogy*, red. H. Rarot, M. Sniadkowski, s. 31-40, Lublin, 2014.

30Zob. C. Koch, *Neurobiologia na tropie świadomości*, tłum. G. Hess, Warszawa 2008, s. 273-274.

31Określenie zaczerpnięto z G. Białkowski, *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, „Delta” 08/1977.

32N. Goodman, *Jak tworzymy świat*, tłum. M. Szczubiałka, Warszawa 1997, s. 25.

33Zob. *ibidem*, s. 88.

34Zob. A. Gwóźdź, *Skąd się (nie) wzięło kino...*, s. 48.

35R. Arnheim, *Sztuka i percepcja wzrokowa...*, s. 388.

Struktura ruchu

Na początku XX w. William James rozważał, „czy bardziej racjonalnym jest przypuszczenie, iż rzeczywistość ma charakter ciągły, czy też raczej, że składa się ona z pewnej ilości odrębnych fragmentów jakiegoś budulca”³⁶. To pytanie o prawdziwą strukturę świata, które nurtowało już filozofów starożytnych, wciąż pozostaje aktualne.

Przez dłuższy czas w nauce dominowało podejście „ciągłościowe”, wspierane w znacznej mierze przez nasze naturalne intuicje ciągłości czasu, przestrzeni i ruchu, a nade wszystko ciągłości naszej świadomości. Dziś jednak doskonale wiemy, jak łatwo ulegamy złudzeniom gładkości kształtów wyświetlanych na matrycy ekranu cyfrowego oraz płynności ruchu będącego sekwencją nieruchomych obrazów (nawet jeśli jesteśmy świadomi ich nieciągłej struktury). Czemu więc nie mielibyśmy mieć podobnych złudzeń w odniesieniu do zjawisk świata fizycznego?

Wielu wybitnych myślicieli, począwszy od starożytności aż po czasy nowożytne, skłaniało się ku koncepcjom, które zakładały dyskretną strukturę różnych aspektów rzeczywistości. Jedną z najstarszych i najsłynniejszych takich koncepcji był grecki atomizm Leukiposa i Demokryta z Abdery, postulujący dyskretną strukturę materii. Odmienny charakter miał starożytny atomizm indyjski³⁷, funkcjonujący pod wieloma postaciami w różnych systemach filozoficzno-religijnych; głównie w buddyzmie, dżinizmie, czy szkole njaja-waiśeszika³⁸. W wiekach średnich koncepcje atomistyczne odrodziły się najpierw w filozofii arabskiej, czerpiącej zarówno ze źródeł greckich, jak i indyjskich³⁹. W myśli europejskiej teza o nieciągłej strukturze materii pojawiała się w pracach takich uczonych jak Wilhelm z Conches, Adelard z Bath, czy Mikołaj z Autrecourt⁴⁰, jednak, aż do czasów nowożytnych, nie stanowiła ona głównego nurtu rozważań filozoficzno-przyrodniczych.

W nauce nowożytnej struktura rzeczywistości przestała być zagadnieniem podejmowanym jedynie w ramach spekulacji filozoficznych; stała się przedmiotem ścisłych analiz i eksperymentów fizycznych. Pomimo ogromnego postępu, jaki w minionym stuleciu dokonał się w nauce, fizycy wciąż nie potrafią udzielić jednoznacznych odpowiedzi na fundamentalne pytania. Wśród aktualnie rozwijanych teorii jedne opowiadają się za ciągłą inne zaś za dyskretną strukturą materii, przestrzeni oraz czasu. Przyjrzymy się tutaj teorii należącej do drugiej grupy – tzw. *pętłowej grawitacji kwantowej*. Wedle tej teorii przestrzeń posiada najmniejszą, niezerową i niepodzielną długość, powierzchnię oraz objętość, czas zaś nie płynie na poziomie fundamentalnym w sposób

36W. James, *Z wybranych problemów filozofii*, tłum. M. Filipczuk, Kraków 2006, s. 79.

37Wśród badaczy wciąż trwa dyskusja, czy to atomizm indyjski wpłynął na myśl grecką, czy też było odwrotnie; nie wyklucza się również, że koncepcje te rozwijały się w obydwu kulturach niezależnie od siebie (zob. D. Teresi, *Lost Discoveries: The Ancient Roots of Modern Science*, New York, 2003, s. 213).

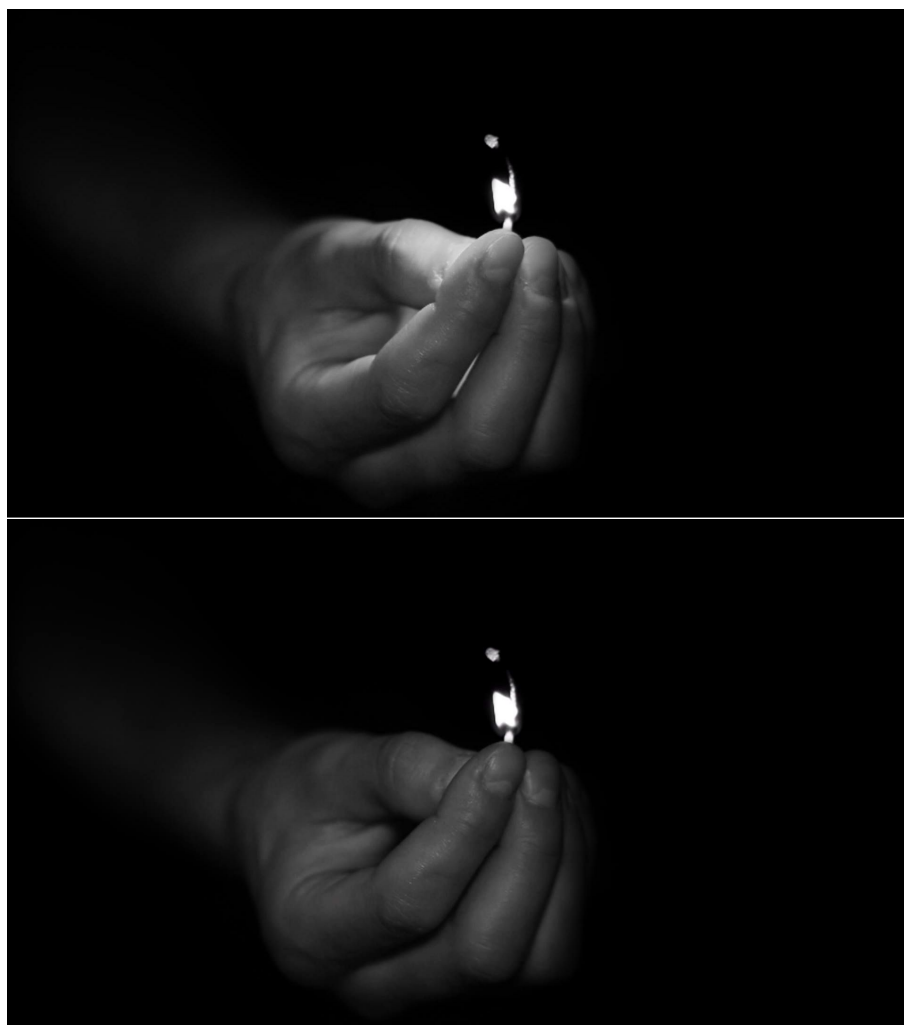
38Więcej: R. Garbe, *The Philosophy of Ancient India*, Chicago, 1897 oraz S. Dasgupta, *A History of Indian Philosophy*, vol. 1, Cambridge, 1922.

39Z. Kuksewicz, *Zarys filozofii średniowiecznej. Filozofia łacińskiego obszaru kulturowego*, Warszawa 1973, ss. 469, 608.

40Zob. S. Swieżawski, *Dzieje europejskiej filozofii klasycznej*, Warszawa-Wrocław, 2000, ss. 498, 508, 826-827.

ciągły, lecz jest odmierzany dyskretnymi taktowaniami⁴¹. W ujęciu *pętlowej grawitacji kwantowej* wszelki ruch jest więc zmianą stanów swoistych, czasoprzestrzennych „pikseli”, przy czym pojedyncze elementy owej struktury nie stanowią równomiernej matrycy, lecz tworzą splątaną sieć, tzw. *sieć spinową*⁴².

Gdyby powyższa teoria okazała się prawdziwa, musielibyśmy zrewidować prezentowany dotąd pogląd na temat statusu ruchomego obrazu. Twierdzenie, iż ruch w filmie jest złudzeniem ruchu prawdziwego, byłoby już nieuzasadnione. Obraz ruchomy powstawałby bowiem wedle dokładnie tej samej zasady, według której powstaje ruch fizyczny. Różniłby się odeń jedynie częstotliwością – szybkością następowania po sobie stanów statycznych. Różnica ta była by więc tylko ilościowa, a nie dotyczyłaby istoty zjawiska. W wyniku potwierdzenia hipotezy o dyskretnej strukturze czasu i przestrzeni, należałoby natomiast przyjąć, że sam ruch, rozumiany klasycznie i intuicyjnie jako zjawisko ciągłe, jest tylko iluzją.



il. 5. Aleksandra Trojanowska, *Inter spem et metum / Między nadzieją a obawą*, 2016, instalacja wideo (kadry). Prezentowany na ekranie płomień zapalniczki zatrzymany został w jednym stanie, podczas gdy

⁴¹Zob. L. Smolin, *Atomy czasu i przestrzeni*, „Świat Nauki”, luty 2004, ss. 57-58.

⁴²Idem, *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*, tłum. J. Kowalski-Glikman, CiS, Warszawa, 2001, s. 156.

światło migoczące na dłoni porusza się w sposób naturalny. Dokonując tej prostej modyfikacji ruchomego obrazu autorka spotęgowała uczucie niepokoju, które w naturalny sposób wzbudza w nas ogień. Realizacja powstała w ramach dyplomu magisterskiego na Wydziale Grafiki i Sztuki Mediów wrocławskiej ASP, pod kierunkiem prof. W. Gołucha.

Zakończenie

Stalność i zmiana zdają się ze sobą na różnych poziomach przenikać i nie sposób wskazać, która z nich stanowi fundamentalną własność rzeczywistości. Być może, to, wydawałoby się konieczne, rozgraniczenie pomiędzy tym, co ruchome i tym, co niezmiennie jest tylko pozorne i stanowi wynik ograniczeń naszej percepcji, interpretacji oraz opisu zjawisk.

Już starożytne paradoksy Zenona z Elei dowiodły, że ścisła analiza zjawisk ruchomych jest dla naszego umysłu poważnym wyzwaniem. Współczesna nauka zdaje się potwierdzać, że, jeśli nie sam ruch, to przynajmniej nasza percepcja ruchu, bazuje na złudzeniu. Postrzegamy i rejestrujemy ruchomą rzeczywistość w sposób dyskretny – w sekwencji nieruchomych kadrów, a specyficzne własności naszego umysłu pozwalają nam, przy odpowiednio szybkim następstwie tych odrębnych stanów, uzyskać iluzję płynnego ruchu.

Subtelna gra ruchu z bezruchem stanowi podłoże powstawania dynamicznego obrazu. Jej obecność wyraźnie zaznacza się więc w sztuce mediów, której podstawowym środkiem wyrazu jest właśnie obraz ruchomy. Zazwyczaj sam proces powstawania iluzji ruchu stanowi nieświadomione, bądź nieakcentowane przez twórcę, formalne podłoże dzieła. Czasami jednak proces ten staje się również tematem realizacji; problemem, do którego się owo dzieło odnosi. W tych szczególnych wypadkach, artystyczne eksperymenty z mechanizmem powstawania dyskretniej iluzji ruchu, stwarzają szansę pojawienia się nie tylko nowych, interesujących zjawisk estetycznych, ale również i nowych wartości poznawczych.