

Wprowadzenie

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”¹.

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.

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

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.

Zjawiska², w których można wyróżnić kolejne, odrębne i niepodzielne elementy składowe, nazywamy zjawiskami *dyskretnymi*. Określenie to pochodzi od łacińskiego słowa *discretus*, oznaczającego *oddzielny*. Zjawiska dyskretnie stanowią przeciwieństwo zjawisk *ciągłych*, które charakteryzują się swoistą spoistością³ oraz nieskończoną podzielnością⁴. 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 dyskretnie zaś obiekty arytmetyczne – takie, które można zliczać⁵.

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

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

4 Zob. *ibid.*, 231 b, s. 212.

5 Zob. Sekstus Empiryk, *Przeciw uczonym*, tłum. Z. Nerczuk, Warszawa 2009, s. 221 oraz I. Guevera, C. Puig, *Zmierzyć świat*.

Introduction

A moving picture, both the one recorded by a video camera and the one generated artificially, has become such an ordinary element of our environment that it has long ceased to astonish us and raise doubts. We treat it as something natural, that doesn't significantly differ from similar phenomena which take place in the natural world. Nevertheless, we are dealing with something entirely artificial. What we see as a smooth, continuous change is actually a sequence of still and separate states. Therefore, we are really dealing with an illusion of movement rather than the movement itself.

What is movement then? Perhaps that's also an illusion? Such a postulate was pronounced as early as in Antiquity by philosophers from Elea. We can find the echoes of those thoughts in the words of Nicolas from Cusa, a scientist from the end of the Middle Ages: "movement is nothing other than [...] instances-of-rest ordered successively."¹

Today, despite the enormous progress of science, we still don't know exactly what the nature of movement is. On the other hand, we can explain precisely, how its illusion is created. We will try to look at movement – which seems to be a fundamental phenomenon in nature – through the prism of knowledge about the artificial recreating of movement and knowledge about the properties of our perception.

1 Nicholas of Cusa, *Idiota de mente* (The Layman on Mind), [in] id., *On Wisdom and Knowledge*, trans. J. Hopkins, Minneapolis, 1996, 122, p. 568.

Discrete illusion of movement

When an object is moving in our visual field we assume that its movement is smooth, continuous. We are unable to distinguish single stages of its movement. However, when we record the same movement of an object with a video camera, there will be the smallest, indivisible "atoms" of its recording – the subsequent frames of a film. Only an appropriately fast projection of those immobile frames can create the illusion of a smooth, continuous movement in our minds.

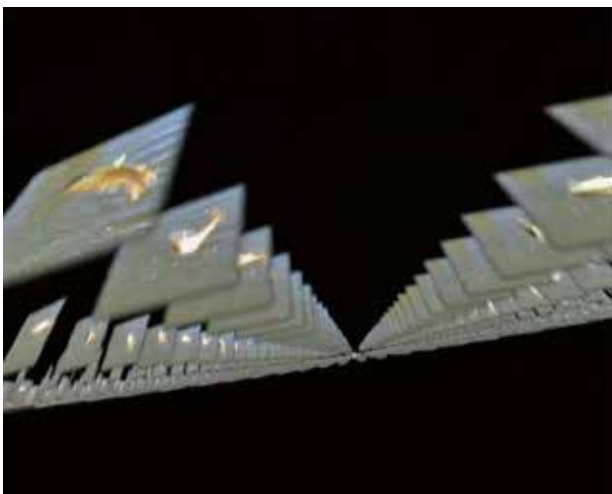
Phenomena², in which we can distinguish subsequent, separate, undividable elements, are called *discrete* phenomena. The term comes from the Latin word *discretus*, meaning *separate*. Discrete phenomena are the opposite of *continuous* phenomena which are characterized by a peculiar cohesion³ and infinite divisibility.⁴ It is impossible to separate single elements in continuous phenomena, independent of how insightfully we would analyze their internal structure.

The separation of *continuity* and *discreteness* was done as early as in Antiquity – in Greek mathematics and philosophy. The mathematicians took geometrical objects as continuous, as you can measure them; and they regarded arithmetical objects as discrete – those you can

2 For a common term to specify *objects, terms, quantities* and *processes* we will use a general term *phenomenon*.

3 See Aristotle, *Physica*, [in] *The Works of Aristotle*, vol. II, trans. W. D. Ross, Oxford, 1930, 227 a.

4 See *ibid.*, 231 b.



01. Stanisław Sasak, *GOLDFISH*, animacja cyfrowa 3D / 3D digital animation, 2003

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.

A video recording of a fish struggling on a hook was broken into single frames, which were then spaced out in a 3D space. A fast flow of a virtual video camera through the subsequent static frames sets the picture in motion again.

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”⁶. Do zjawisk ciągłych Arystoteles zaliczał również ruch, zachodzący w ciągłym czasie i ciągłej przestrzeni⁷.

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

Kalendarze, długości i matematyka, tłum. P. Karlik, Warszawa 2012, s. 16–24.

⁶ Arystoteles, *Kategorie*, tłum. K. Leśniak, Warszawa 2013, 4 b, s. 22.

⁷ Id., *Fizyka*, 235 a, s. 222.

elementów (znaków i dźwięków) przekazywać złożone treści. Arystoteles wyraził to w słowach: „Z tych samych bowiem głosek powstaje tragedia i komedia”⁸. 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 materii*⁹.

Dzisiaj najpowszechniejszym sposobem zapisu informacji jest zapis cyfrowy. Ma on strukturę w pełni dyskretną, gdyż każda informacja, niezależnie od jej rodzaju, sprawdzana jest ostatecznie do ciągu zer i jedynek. W ten właśnie sposób zapisywane są obrazy statyczne – jako

⁸ Id., *O powstawaniu i ginięciu*, tłum. L. Regner, Warszawa 1981, I 315 b, s. 7.

⁹ Lukrecjusz, *O naturze wszechrzeczy*, tłum. E. Szymański, Warszawa 1957, I 823–829, s. 31.

count.⁵ In philosophy, we find a strict division of these terms in Aristotle: “Of quantities some are discrete, others continuous; [...] Discrete are number and language; continuous are lines, surfaces, bodies, and also, besides these, time and place.”⁶ Aristotle also regarded a movement taking place in continuous time and continuous space⁷ as continuous phenomena.

The discrete amounts listed by Aristotle – a number and speech, as well as the alphabet we use to record speech, are our basic systems of coding information. They allow us to communicate complex content with the use of just a small set of elements (signs and sounds). Aristotle expressed it in the following words: “For a tragedy and a comedy are composed of the same letters.”⁸ The same reasoning was used by a Roman poet Lucretius who, by analogy to the potential hidden in the alphabet, wanted to emphasize the significance of the atomic theory – the build of matter:

*Similarly, throughout these verses of mine you see many letters common to many words, even though you must concede that the verses and the words differ both in sense and in resonant sound. Such is the power letters derive from mere alteration of order. But the primary elements have at their disposal several other means of variation to enable them to create the whole multiplicity of things.*⁹

5 See Sextus Empiricus, *Przeciw uczonym* (Against the Professors), trans. Z. Nerczuk, Warszawa 2009, p. 221 and I. Guevera, C. Puig, *Zmierzyć świat. Kalendarze, długości i matematyka*, (To Measure the World. Calendars, Lengths and Mathematics), trans. P. Karlik, Warszawa 2012, p. 16–24.

6 Aristotle, *Categories*, [in] Aristotle, *Categories and De Interpretatione*, trans. J. L. Ackrill, New York 1963, p. 12.

7 Id., *Physica*, 235 a.

8 Id., *On coming-to-be and passing-away*, [in] Aristotle, *On Sophistical Refutations, On coming-to-be and passing-away, On the Cosmos*, trans. E. S. Forster, London 1955, p. 173.

9 Lucretius, *On the Nature of Things*, trans. M. F. Smith, Indianapolis, 2001, p. 25.

Nowadays, the most popularized way of recording information is digital recording. It has a fully discrete structure, because each piece of information, independent of its kind, is in the end brought down to a sequence of zeros and ones. In that way, static pictures are recorded – as an organized sequence of numbers, representing a finite matrix of indivisible pixels. In that form, digital moving pictures are recorded, which are organized sequences of still images. However, even before the digital recording method was invented and popularized, the moving picture was based – in its time dimension – on a discrete structure. Between the adjacent frames of a film tape there were no intermediate elements. The frames of a classic film were the smallest elements of a moving picture indivisible in the scale of time – its “time atoms.”

Willard Van Orman Quine described, in a colorful way, the relationships which take place between continuous and discrete phenomena in the process of making a classic film: “In cinematography, we encounter an elaborate interplay of the discrete and the continuous. The actors’ antics on the movie lot are continuous, between the director’s interruptions. The continuous film records the antics in a discrete sequence of frames, which in due course, are discretely projected for our delectation. Thanks to the rapidity of the discrete projection, however, and the sluggishness of our perception, what we experience as viewers has all the original continuity of the antics on the movie lot, to the exclusion even of the director’s interruptions.”¹⁰ Let us emphasize that the “continuity of a movie lot” pertaining to the physical reality, is not a sure thing from a scientific point of view, to which the philosopher has actually pointed out in his text. But we will return to the deliberations on the structure of physical reality in a further part of this chapter.

To conclude what has been said so far, we agree that a moving picture is not the same as physical movement;

10 W. V. Quine, *Quiddities: an intermittently philosophical dictionary*, Cambridge, Massachusetts, 1987, p. 48.

uporządkowany zbiór liczb, reprezentujący skończoną macierz 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”.

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 reżysera”¹⁰. 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 zastrzegł. 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*¹¹. 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 naskalnych¹², 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 Plateau¹³. W kolejnym roku brytyjski matematyk, William George Horner, zaprezentował *zoetrop*, który

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

11 Termin *dyskretna iluzja ruchu* po raz pierwszy został wprowadzony [w:] J. Jernajczyk, *Archeologia dyskretnej iluzji ruchu*, „Tekstoteka filozoficzna” 2 (2013), s. 16–21.

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

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

it is only its illusion. It also does not have a continuous structure which we are used to intuitively ascribing to physical movement. On the contrary, a moving picture is a sequence of discrete frames indivisible in time. That refers to both digital and analog films, as well as mechanical devices used to create the illusion of movement. To emphasize these properties of a moving picture and its various kinds we will hereinafter describe them with the common term of a *discrete illusion of movement*.¹¹ Therefore, that term is an attempt to grasp three different notions simultaneously: 1) a moving picture is an illusion, 2) we have an impression that the illusion is continuous, and 3) at the foundation of that illusion lays a discrete structure. If we wanted to be fully precise, we would have to talk about a *discrete foundation of the continuous illusion of movement*. This term is, however, too expanded to function as a concise term. That is why, having given the above explanation, we will keep using the term of a *discrete illusion of movement* with reference to a moving picture.

Setting the picture in motion

Although human interest in the phenomenon of movement goes back to the pre-historic times – its traces we find as early as in parietal arts,¹² the attempts to recreate movement – to create its illusion, have been made relatively not so long ago.

To make it possible to create an illusion of movement, at least two factors had to happen simultaneously: an appropriate progress of technological abilities and getting to know the properties of visual perception. That didn't happen until the nineteenth century. The first

device which presented a fully moving picture was the *phénakistiscope* invented in 1833, and popularized by the Belgian physicist Joseph Plateau.¹³ In the following year a British mathematician William George Horner, presented the *zoetrop*, that enabled a few people at the same time to watch animated sequences. These animations were also composed of a larger amount of frames than a *phénakistiscope*. At the end of the nineteenth century, devices that used long series of photographs were created. One of the first devices of that kind was a *mutoscope* equipped with a roller with paper photographs. More or less at that time, Edison's *cinetoscope* appeared in which a long sequence of photographs was already located on a looped tape.¹⁴

The process of perfecting methods of recording and projection of a moving picture finally led to creating a *cinematograph*. The essential element of that device was a mechanism which enabled a stepping movement of the tape. It didn't have to be invented as for centuries it had been used to construct clocks. It was a so-called *escapement* which was used to transfer a continuous rotating movement into a stepping movement – a discrete movement.¹⁵ The *Maltese cross* which worked on a similar rule became an indispensable element of the early video cameras and film projectors.¹⁶

The escapement and the Maltese cross caused a sort of *discretisation* of a physical movement. They broke it into a series of even, discrete steps. Once more, the

11 The term “discrete illusion of movement” was introduced for the first time [in:] J. Jernajczyk, *Archeologia dyskretnej iluzji ruchu*, (The archeology of the discrete illusion of the motion), “Tekstoteka filozoficzna” 2 (2013), p. 16–21.

12 See W. Jewsiewicki, *Prehistoria filmu*, (Prehistory of Film), Warszawa 1953, p. 26.

13 Almost at the same time, perhaps even a year earlier, independently of Plateau, an Austrian scientist Simon von Stampfer constructed an identical device (see Jewsiewicki, *op. cit.*, p. 130).

14 See A. Gwóźdź, *Skąd się (nie) wzięło kino, czyli parahistorie obrazu w ruchu*, (Where did cinema [not] come from) [in:] *Historia kina*, (History of Cinema) vol. I, *Kino nieme*, (Silent Cinema), ed. T. Lubelski, I. Sowińska, R. Syska, Kraków 2012, p. 35.

15 See E. Gracián, *Badanie bezkresu. Nieskończoność w matematyce*, (Examining the Infinity. Infinity in Mathematics), trans. W. Bartol, Warszawa 2012, p. 28–29.

16 See D. Bordwell, K. Thompson, *Film Art: An Introduction*, New York, 2008, p. 441.

pozwalają oglądać animowane sekwencje kilku osobom jednocześnie. Animacje te złożone też były z większej niż w przypadku *fenakistiskopu* liczby kadrów. Pod koniec 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 taśmie¹⁴.

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. *wychwył*, służący do przekładania ciągłego ruchu obrotowego na ruch skokowy – dyskretny¹⁵. Działający na podobnej zasadzie *mechanizm maltański*, stał się więc nieodłącznym elementem wczesnych kamer i projektorów filmowych¹⁶.

Wychwył 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.

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

14 Zob. 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.

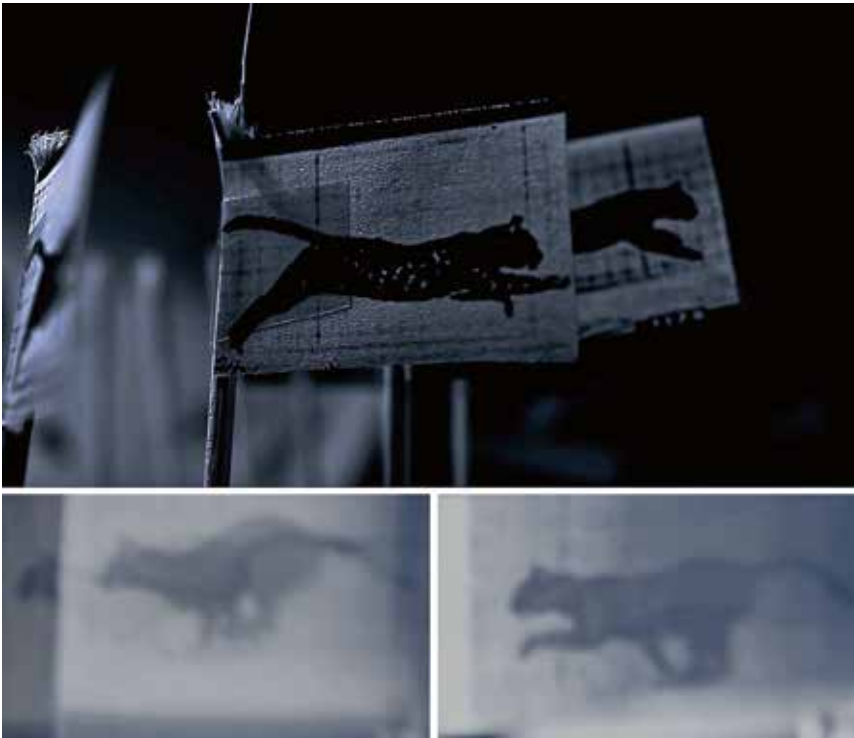
15 Zob. E. Gracián, *Badanie bezkresu. Nieskończoność w matematyce*, tłum. W. Bartoł, Warszawa 2012, s. 28–29.

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

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 tyłu¹⁷. 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.

17 Zob. J. Płażewski, *Język filmu*, Warszawa 2008, s. 95.



02. Magdalena Zięba, *PUMASKOP*, animacja / animation, 2016

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 licencjatu Sztuki Mediów, prow. J. Jernajczyk).

paradoxical property of the *discrete illusion of movement* was pronounced – creating a moving picture required stopping the machine's physical movement for a moment.

Properties of moving pictures

Film pioneers quickly realized that their new media lets them create images which cannot be observed in natural conditions. A breakthrough discovery was made by Georges Méliès who observed that it is possible to connect scenes on film tape which, in reality, were not directly subsequent. That gave birth to film editing and filmmakers immediately started exploring its hidden potential. One of the simplest editing tricks was movement

The movement of a running animal was recorded as a time-lapse photography and it was artificially recreated with an original device that works similarly to a mutoscope. The animation was created for *Elements of sciences in art* class (a first-year undergraduate Media Arts program, lecturer J. Jernajczyk).

inversion. In order to achieve it, the recording or projecting equipment didn't need to be modified at all; it was enough to play the film backwards.¹⁷ More advanced effects were obtained by steering the speed of projecting films. The movement on the screen looks natural when the speed of recording is the same as the speed of the projection. On the other hand, if we play recorded material at a faster speed, the moving picture presented on the screen will be accelerated. Whereas playing material which was recorded at a much lower frequency (e.g., pictures taken once a minute, an hour or 24 hours) at a normal speed, will result in a completely different type

¹⁷ See J. Płażewski, *Język Filmu*, (The Language of Film), Warszawa 2008, p. 95.

Twórca ma teoretycznie dostęp do każdego piksela składającego się na pojedynczą klatkę filmu.

Znaczenie możliwości pełnej manipulacji zatamowanym obrazem ruchomym już w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych XX w. podkreślał Zbigniew Rybczyński. W wywiadzie udzielonym w 1983 r. dla „Interview Magazine” przewidywał rewolucję technologiczną w postaci obrazu telewizyjnego składającego się z punktów¹⁸. 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 późniejszych¹⁹. 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 komputera²⁰. Cały czas wierzył jednak, że w przyszłości powstaną narzędzia programistyczne, umożliwiające mu dostęp do każdego piksela obrazu²¹.

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 mediów²², warunkiem zaś koniecznym tej programowalności jest w pełni dyskretna budowa obrazu cyfrowego.

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. Berkeley²³. Badania naukowe potwierdziły, że obraz rejestrowany jest przez oko za pośrednictwem skończonej liczby światłoczułych komórek.

Percepcja wzrokowa wykazuje również dyskretny charakter w wymiarze czasowym: „Cała percepcja ruchu jest w gruncie rzeczy stroboskopowa. Kiedy przez moje

18 Zob. M. Matousek, *Wywiad ze Zbigniewem Rybczyńskim dla „Andy Warhol’s Interview Magazine”*, „Interview Magazine” 12 (1983), 14 [w:] Z. Benedyktowicz (red.), *Zbigniew Rybczyński – Podróżnik do krainy niemożliwości*, Warszawa 1994, s. 84.

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

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

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

22 Zob. L. Manovich, *Język nowych mediów*, tłum. P. Cypryński, Warszawa, 2006, s. 92.

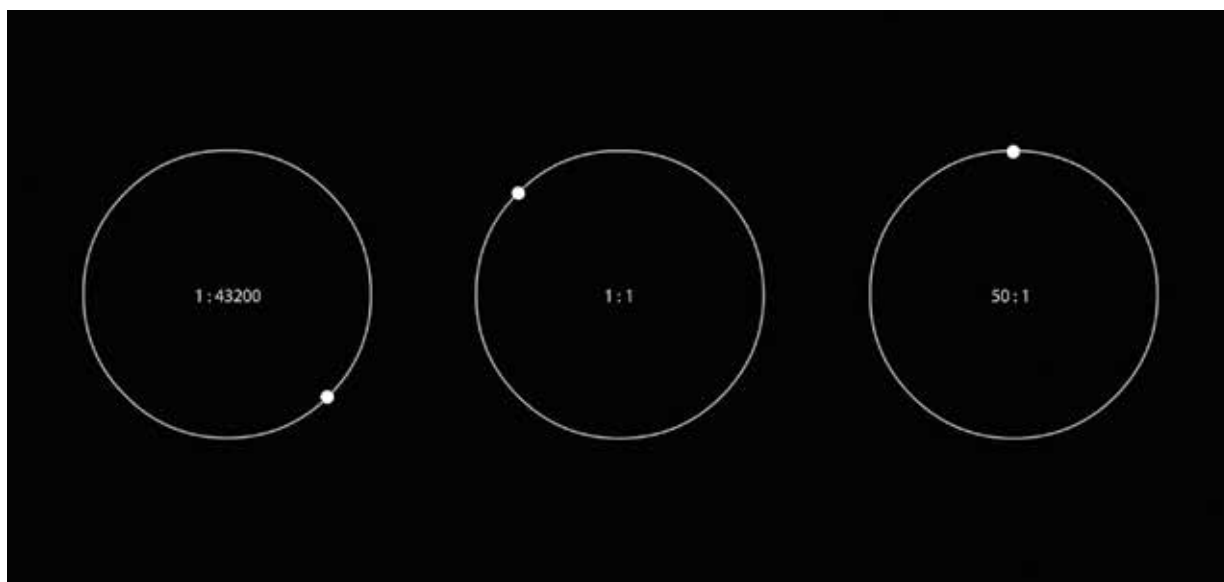
23 G. Berkeley, *Próba stworzenia nowej teorii widzenia*, tłum. dokonane w ramach „Translatorium z filozofii angielskiej” Studium Doktoranckiego Instytutu Filozofii UMK w Toruniu pod kierunkiem Adama Grzelińskiego, [w:] id., *Próba stworzenia nowej teorii widzenia i inne eseje filozoficzne*, Toruń 2011,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



03. Natalia Fałowska, *Przestrzeń, czas, ruch* (Space, time, movement), instalacja wideo / video installation, 2011

Trwające godzinę nagranie filmowe podzielone zostało na 60 jednogodzinnych fragmentów. Każdy z tych fragmentów umieszczono w wycinku koła, który odpowiada danej minucie oryginalnego materiału. W ten sposób godzinny film został niejako „zwinęty” do czasu jednej minuty. Realizacja powstała w ramach przedmiotu *Elementy nauk ścisłych w sztuce* (I rok licencjatu Sztuki Mediów, prow. J. Jernajczyk). Inspirację stanowił film *Czwarty Wymiar* Zbigniewa Rybczyńskiego.

A one-hour long recording was divided into 60 one minute long fragments. Each of these fragments was placed in the section of a circle which corresponds to a given minute of the original material. That way a one-hour long film was compacted to one minute. The project was created for *Elements of sciences in art* class (the first-year undergraduate Media Arts program, lecturer J. Jernajczyk). It was inspired by the film *The Fourth Dimension* by Zbigniew Rybczyński.



04. Jakub Jernajczyk, *Granice ruchu* (Limits of movement), instalacja cyfrowa/digital installation, 2013

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 ten 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 widoczny.

All three points visible on the screen move in a revolving motion along the circles, although when we look at them at the same time, it seems to us that only the point on the central circle is moving. The number ratios written inside the circles show how many revolving movements per second each point is making. The proportion 1:43200 means that the point makes one loop in 43 200 seconds, that is every 12 hours. It moves with the speed of the clock's hourly hand. Proportion 1:1 means that the point makes one loop in one second and the movement of that point we can observe directly. Whereas the proportion 50:1 means that the point makes 50 loops in one second. The picture in that application is refreshed at the speed of 50 frames per second, a point after making a whole loop is always shown in the same place and that is why its movement is invisible.

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 zmianę”²⁴. 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 rozróżnić 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”²⁵. Zbyt szybkie ruchy powodują więc zlanie poruszających się obiektów w pozornie stabilną

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

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

of acceleration, thanks to which, we will be able to observe changes which we wouldn't normally be able to see as they happen e.g., the sunset or the growth of plants. Movement in films can also be slowed down. This effect can be obtained if material which was recorded at very high speed – a few hundred or even a few thousand frames per second – is played at a normal speed. This type of operation however requires advanced technology, which is why using it in practice was not possible until recent times.

All of the editing procedures described above are based on the discrete representation of time, that's why they can be used both in digital and analog film (both of these types of film have a discontinuous structure in terms of time). Additionally, digital film has a discrete spatial structure – each of its frames is a matrix of square pixels which contain digital information about color. Such construction facilitates a significantly deeper penetration into the tissue of a moving picture. The person creating it theoretically has access to each pixel which builds a single film frame.

The meaning of the full possibility to manipulate with an atomized moving picture was already emphasized by Zbigniew Rybczyński in the middle of the 1980s. In an interview for "Interview Magazine," in 1983, he foresaw a technology revolution in the form of a television picture composed of points.¹⁸ A few years later, still without a digital video system, he made the idea of a discrete film frame happen to a certain extent. He divided each film frame into 480 lines and then, with the use of original technology, he connected the lines coming from separate frames into new frames. In that way, one frame comprised fragments of 480 adjacent frames and resulted in each film frame presenting events comprised of earlier and later moments.¹⁹ Simultaneously, each event

recorded in the original film was distributed into 480 adjacent frames. That is how the film *The Fourth Dimension* (1988) was created in which Rybczyński managed to achieve a visually novel and extremely, cognitively-inspiring effect of a time-spatial deformation of a moving picture.

The artist's pioneering usage of the discrete build of a moving picture, both in its time and spatial dimensions, was accomplished before there were any digital devices which could be used to automatically manipulate a moving picture. Although today a similar effect can be obtained by a modification of film material with a quite simple algorithm, it has to be remembered that Rybczyński made his masterpiece manually, without the help of a computer.²⁰ However, the entire time he believed that in the future there would be programming devices invented that will give him the ability to access each pixel of the picture.²¹

The complexity of contemporary digital pictures, particularly films in high or ultra-high definition (UHD), creates a situation in which manually operating with single pixels of film frames is practically beyond human abilities. These manipulations however can be upgraded thanks to algorithm processing. Programmability is one of the most essential properties of new media²² and its critical condition is a fully discrete construction of a digital picture.

18 See M. Matousek, *Interview with Zbigniew Rybczyński*, "Interview Magazine" 12 (1983), 14.

19 Compare B. Janicka, *Wszystko jest tu magią. Leżąc plackiem przed Rybczyńskim*, (It's all magic here. Laying flat in front of

Rybczyński) [in:] Z. Benedyktowicz (ed.), *Zbigniew Rybczyński – Podróżnik do krainy niemożliwości*, (Zbigniew Rybczyński – A Traveller to the Land of Impossible), Warszawa 1994, p. 118.

20 See R. Ciarka, *Zbigniew Rybczyński – pomiędzy awangardą i syntezą*, (Zbigniew Rybczyński – between the avant-garde and synthesis) [in:] Z. Benedyktowicz (ed.), *Zbigniew Rybczyński...*, p. 168.

21 See P. Krajewski, *Wprowadzenie do Traktatu o obrazie*, (An introduction to the "Treatise on the Visual Image") [in:] Z. Rybczyński, *Traktat o obrazie*, (Treatise on the Visual Image), Poznań 2009, p. 10.

22 See L. Manovich, *The Language of New Media*, London, 2001, p. 27.

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...”²⁶. 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.

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 zatomizowaniu²⁷. 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 impuls wzrokowy muszą ulegać swoistemu „uciągleniu”²⁸. 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”²⁹. Gdy odstęp czasowy jest mniejszy od wymaganego, obserwator zobaczy dwie plamki występujące jednocześnie; jeśli natomiast przerwa będzie dłuższa, zobaczy dwa osobne błyski³⁰. 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 umysłu³¹. 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”³².

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”³³. 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?

26 B. Russell, *Nasza wiedza o świecie zewnętrznym*, tłum. T. Basznia, Warszawa 2000, s. 149–150.

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

28 Określenie zaczerpnięto z G. Białkowskiego, *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, „Delta” 8 (1977).

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

30 Zob. *ibid.*, s. 88.

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

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

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

Perception of movement

An artificially created moving picture has a discrete structure. Many arguments speak also to the discrete character of visual perception. The fact that in a spatial dimension the smallest indivisible fields can be indicated – the so-called *minimum visible*, had already been pointed out by the eighteenth-century thinker G. Berkeley.²³ Scientific research confirmed that a picture is registered by the eye with a finite number of light-sensitive cells.

Visual perception also shows a discrete character in the temporal dimension: “All motion perception is basically stroboscopic. When a bird flies through my field of vision, its physical displacement is continuous. What I see of the flight, however, derives from a sequence of recordings by the individual receptors or ‘receptive fields,’ in the retina. [...] The nervous system creates the sensation of continuous movement by integrating the sequence of these momentary stimulations, none of which records anything but a static change.”²⁴ In the light of contemporary scientific knowledge we cannot be sure that the physical movement of a bird is actually continuous. Nevertheless, numerous experiments prove the thesis that our perception is discrete and that a human being is unable to distinguish stimuli which happen at high speed. For example, if two flashes happen one after another in an appropriately short time sequence, they are perceived as one. “About 20 to 30 thousandth of a second have to pass, for two visual sensations appear as not being simultaneous ones.”²⁵ Too quick movements make the moving objects fuse into a seemingly stable unity. For example, projecting static objects on a screen seem

to us as unchanging although the picture is flickering (it is moving and changing) tens or hundreds of times per second.

As B. Russell notices “a motion is *perceived*, not merely *inferred*, when it is sufficiently swift for many positions to be sensible at one time.”²⁶ Therefore we also can’t register changes which happen too slowly while they are taking place. For example, we don’t see the movement of a clock’s hour hand. Only after some time passes, by referring to the image recorded in our memory, we can state that it has moved.

In psychophysiology, a lot of valuable information is discovered by analyzing pathological conditions. One of them is the so-called visual migraine, during which the examined do not see a continuous movement but a series of stopped frames. The image of movement perceived by them becomes peculiarly atomized.²⁷ That allows for the assumption, that direct perception is of a discrete character – a time-lapse character, whereas creating a continuous picture happens somewhere deeper inside the brain. When that mechanism is disrupted or damaged, the perceived picture loses its seemingly continuous character. It seems then, that on a certain level discrete visual impulses must undergo a particular “continuing.”²⁸ One of the most spectacular examples of the “continuing” mechanism in action is the *apparent motion*, the Φ (*phi*) *phenomenon*, which is responsible for creating the illusion of movement in a film. “Under carefully controlled conditions, if two spots of light are flashed a short distance apart and in quick succession, the viewer normally sees a spot of light moving

23 See G. Berkeley, *An Essay towards a New Theory of Vision*, Dublin, 1709, 54, p. 59–60.

24 Rudolf Arnheim, *Art and Visual Perception. A Psychology of the Creative Eye*, Berkeley, Los Angeles, London, 1974, p. 387.

25 E. Pöppel, *Granice świadomości. O rzeczywistości i doznawaniu świata*, (The Limits of Consciousness. On Reality and Experiencing the World), trans. A. D. Tauszyńska, Warszawa 1989, p. 22.

26 B. Russell, *Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy*, London 1914, p. 146.

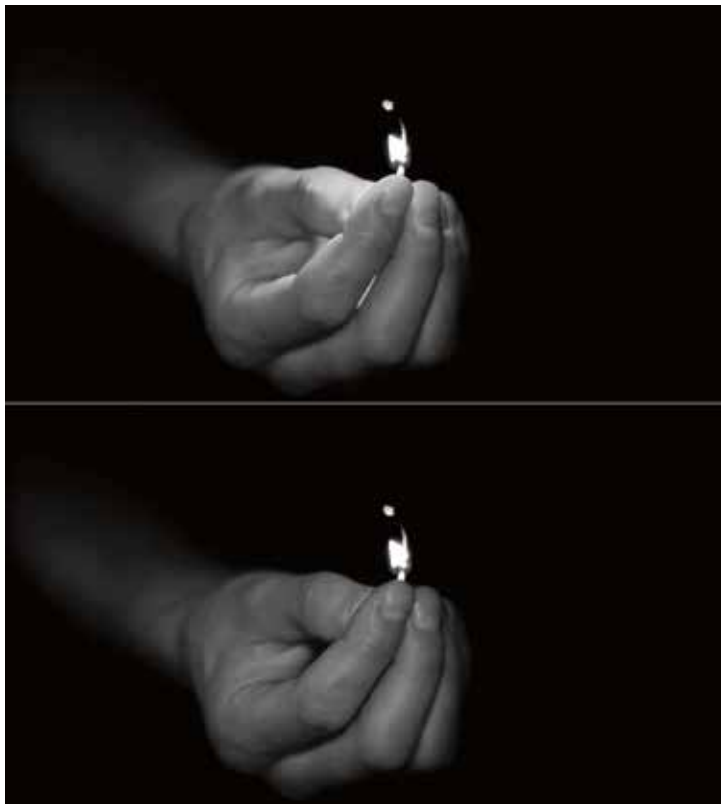
27 See C. Koch, *Neurobiologia na tropie świadomości*, (The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach), trans. G. Hess, Warszawa 2008, p. 273–274.

28 The term comes from G. Białkowski, *Ciągłość i nieciągłość w fizyce*, (Continuity and Non-continuity in Physics), “Delta” 8 (1977).

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 najśłynniejszych takich koncepcji był grecki atomizm Leukipposa i Demokryta z Abdera, postulujący dyskretną strukturę materii. Odmienne charakter miał starożytny atomizm indyjski³⁴, funkcjonujący pod wieloma postaciami w różnych systemach filozoficzno-religijnych; głównie w buddyzmie, dżinizmie, czy szkole njaja-waiśeszika³⁵. W wiekach średnich koncepcje atomistyczne odrodziły się najpierw w filozofii arabskiej, czerpiącej zarówno ze źródeł greckich, jak i indyjskich³⁶. W myśli europejskiej teza o nieciągłej strukturze materii pojawiała się w pracach takich uczonych jak Wilhelm z Conches, Adelard z Bath, czy Mikołaj z Autrécourt³⁷, 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 potrafili udzielić jednoznacznych odpowiedzi na fundamentalne pytania. Wśród aktualnie rozwijanych teorii jedne opowiadają się za ciągłą, inne zaś za dyskretną strukturą materii, przetrzeni oraz czasu. Przyjrzymy się tutaj teorii należącej do drugiej grupy – tzw. *pętłowej grawitacji kwantowej*. Wedle

- 34 Wśród 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).
- 35 Więcej: R. Garbe, *The Philosophy of Ancient India*, Chicago, 1897 oraz S. Dasgupta, *A History of Indian Philosophy*, vol. 1, Cambridge, 1922.
- 36 Z. Kuksewicz, *Zarys filozofii średniowiecznej. Filozofia łacińskiego obszaru kulturowego*, Warszawa 1973, s. 469, 608.
- 37 Zob. S. Swieżawski, *Dzieje europejskiej filozofii klasycznej*, Warszawa-Wrocław, 2000, s. 498, 508, 826–827.



05. Aleksandra Trojanowska, *Inter spem et metum – Między nadzieją a obawą* (Between hope and anxiety), instalacja wideo / video installation, 2016

Prezentowany na ekranie płomień zapalniczki zatrzymany został w jednym stanie, podczas gdy 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, pod kierunkiem prof. W. Gołucha.

The flame of a match presented on the screen was stopped in one state, while the flickering light on the palm moves in a natural way. By that simple modification of a moving picture, the author has augmented the feeling of uneasiness which fire naturally evokes in us. The project was created as part of a Master Thesis diploma, under the tutorship of Professor W. Gołuch.

continuously along a path from the first position to the second.”²⁹ When the time space is shorter than is required, the observer will see two spots appearing at the same time; however, if the pause is longer, two separate flashes will be seen.³⁰ The existence of this astonishing phenomenon has been confirmed by numerous experiments, which additionally showed that it is not only an optical illusion, but is an effect of the creative work of the brain.³¹ Therefore it can be stated that in the case of apparent motion, and also in the case of the *discrete illusion of movement*, which is based on it, “we are dealing [...] not so much with fusion as with the creation of coherent shape in the time dimension.”³²

Structure of movement

At the beginning of the 20th century, William James wondered “which is the more rational supposition, that of continuous or that of discontinuous additions to whatever amount or kind of reality already exists.”³³ That question about the true structure of the world, which had already rankled Ancient philosophers, still remains valid.

Most of the time the “continuing” approach dominated in science, which was supported largely by our natural intuition of the continuity of time, space, and movement, and most of all the continuity of our consciousness. Today, however, we very well know how easily we fall for the illusion of a shape’s smoothness projected onto the matrix of a digital screen and the continuity of movement which is a sequence of still images (even if we are conscious of their discrete nature). Why shouldn’t we also have similar illusions with reference to the physical world’s phenomena?

29 Nelson Goodman, *Ways of Worldmaking*, Indianapolis, 1978, p. 15–16.

30 See *ibid.*, p. 72.

31 See A. Gwóźdź, *Skąd się (nie) wzięło kino...*, p. 48.

32 R. Arnheim, *Art and Visual Perception...*, p. 388.

33 W. James, *Some Problems of Philosophy. A Beginning of an Introduction to Philosophy*, New York, 1916, p. 154.

Many renowned thinkers, from Antiquity to modern times, were leaning towards concepts which assumed a discrete structure of various aspects of reality. One of the oldest and most famous concepts was Greek atomism, by Leucippus and Democritus of Abdera which postulated discrete nature of matter. The Ancient Indian atomism had a distinct character³⁴ which functioned in many forms in different philosophical-religious systems; mainly in Buddhism, Jainism and the Nyāya-Vaiśeṣika school.³⁵ In the middle ages, atomist concepts were first reborn in Arab philosophy, which drew on both Greek and Indian sources³⁶. In European thought, the thesis of non-continuous structure of matter appeared in the works of such scholars as William of Conches, Adelard of Bath, and Nicolas of Autrecourt³⁷ however, until the modern times it has never been the mainstream of philosophy and science deliberations.

In modern science, the structure of reality has ceased to be an issue taken up only as part of philosophical speculations; it has become the subject of strict analyses and physical experiments. Despite the vast progress which has happened in science in the past century, physicists still cannot give unambiguous answers to fundamental questions. Among theories which are being developed at present, some advocate for continuous and some for a discrete structure of matter, space, and time. We will take a closer look at a theory which belongs to the second

34 The researchers still discuss whether Indian atomism influenced Greek thought or vice-versa; it is also not ruled out that these concepts were developing in both of these cultures independently of one another (see D. Teresi, *Lost Discoveries: The Ancient Roots of Modern Science*, New York, 2003, p. 213).

35 More in: R. Garbe, *The Philosophy of Ancient India*, Chicago, 1897 and S. Dasgupta, *A History of Indian Philosophy*, vol. 1, Cambridge, 1922.

36 Z. Kuksewicz, *Zarys filozofii średniowiecznej. Filozofia łacińskiego obszaru kulturowego*, (An Outline of Medieval Philosophy. The Philosophy of the Latin Culture Area), Warszawa 1973, p. 469, 608.

37 See S. Swieżawski, *Dzieje europejskiej filozofii klasycznej*, (The History of Classic European Thought), Warszawa-Wrocław, 2000, p. 498, 508, 826–827.

tej teorii przestrzeń posiada najmniejszą, niezerową i niepodzielną długość, powierzchnię oraz objętość, czas zaś nie płynie na poziomie fundamentalnym w sposób ciągły, lecz jest odmierzany dyskretnymi taktowaniami³⁸. 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 spletaną sieć, tzw. *sieć spinową*³⁹.

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 dyskretniej strukturze czasu i przestrzeni, należałoby natomiast przyjąć, że sam ruch, rozumiany klasycznie i intuicyjnie jako zjawisko ciągłe, jest tylko iluzją.

Zakończenie

Stać 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 następowaniu 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 nieuświadomione, 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.

38 Zob. L. Smolin, *Atomy czasu i przestrzeni*, „Świat Nauki”, 2 (2004), s. 57–58.

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

group – *loop quantum gravity*. In accordance with that theory, space has the smallest, non-zero and indivisible length, surface area and volume, whereas time does not flow in a continuous way on a fundamental level, but like in the clock it is measured in discrete “ticks”.³⁸ In the *loop quantum gravity* any movement is a change of individual, time-space “pixels”, where single elements of that structure do not form a homogenous matrix but create a tangled network called *spin network*.³⁹

If the above theory turned out to be true, we would have to revise the idea on the status of the moving picture presented so far. A statement that movement in a film is an illusion of true movement would be groundless. A moving picture would be created in accordance with the same rule as the physical movement. It would only be differentiated by frequency – the speed in which static states succeed one after another. The difference would only be quantitative and it would not pertain to the core of the phenomenon. As a conclusion to confirming the hypothesis of the discrete structure of time and space, we would have to assume that the movement itself, which in the classic and intuitive understanding is a continuous phenomenon, is only an illusion.

Conclusions

Stillness and change seem to interpenetrate one another on various levels and it is impossible to point out which of them is the fundamental property of reality. Perhaps what seems necessary, the differentiation between what is moving and what is unchanging, is only apparent and it is the result of limitations of our perception, interpretation, and description of phenomena.

The Ancient paradoxes by Zeno of Elea have already proved that the exacting analysis of moving phenomena poses a severe challenge for our minds. Contemporary

science seems to confirm that if not the movement, then at least our perception of movement, is based on illusion. We perceive and register a moving reality in a discrete way – as a sequence of moving frames, and the specific properties of our minds let us obtain the illusion of a smooth movement if discrete states succeed one another at the right speed.

The subtle play of movement with stillness lays at the basis of forming a dynamic picture. Its presence is therefore expressly pronounced in the media arts for which a moving picture is its basic means of expression. Usually the process of creating the illusion of movement itself, is the formal foundation of the artwork, whether the artist is unaware of it or does not accentuate it. Sometimes however, that process also becomes the topic of a project; the problem which that artwork refers to. In these particular instances, artistic experiments with the mechanism of building the discrete illusion of movement create an opportunity for original, interesting aesthetic phenomena to emerge, but also to form new cognitive values.

38 See L. Smolin, *Atoms of Space and Time*, “Scientific American”, January 2004, p. 71–72.

39 Id., *Three Roads to Quantum Gravity*, New York, 2001, p. 134.