

## Wykład 3: Grafika komputerowa — podstawowe pojęcia

### 1 Rodzaje grafiki komputerowej

Podobnie jak w przypadku dokumentów tekstowych, tak i dla danych graficznych musimy przed publikacją obrazu (a zwykle nawet przed jego utworzeniem) zdecydować się na odpowiedni rodzaj — a potem format — grafiki.

Najważniejszym podziałem grafiki komputerowej (przynajmniej z naszego, praktycznego punktu widzenia) jest podział na *grafikę rastrową*<sup>1</sup> i *grafikę wektorową*<sup>2</sup>. Wspólną cechą plików z obrazami rastrowymi oraz wektorowymi jest właściwie jedynie kształt obrazu — oba rodzaje opisują obraz na bazie prostokąta (choć w przypadku grafiki wektorowej nie jest to konieczne — kształt „tła” może nie być w ogóle określony).

**Grafika rastrowa.** W grafice rastrowej<sup>3</sup> cały obraz (prostokąt) podzielony jest na siatkę równych prostokącików (zwykle kwadratów) — tak zwanych *pikseli*<sup>4</sup> — najmniejszych elementów obrazu rastrowego. W pliku przechowywane są wymiary obrazka (wyrażone w pikselach poziomo i pionowo) oraz dane o wyświetlaniu każdego z pikseli. Te dane to kolor piksela i w niektórych formatach jego przezroczystość.

**Grafika wektorowa.** W grafice wektorowej przechowywane są dane o figurach, z których złożony jest obraz. Te dane to (nie zawsze wszystkie są potrzebne/sensowne):

<sup>1</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika\\_rastrowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika_rastrowa)

<sup>2</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika\\_wektorowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika_wektorowa)

<sup>3</sup>Inne nazwy: grafika bitmapowa, grafika pixmapowa, bitmapa, pixmapa.

<sup>4</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/Piksel>

- rodzaj figury (odcinek [wektor], wielokąt, okrąg, krzywa...);
- współrzędne punktów charakterystycznych (końców odcinków, wierzchołków wielokątów, środków okręgów, punktów opisujących krzywe...);
- grubość linii;
- rodzaj linii (ciągła, przerywana, kropkowana, ze strzałkami na końcach...);
- kolor figury (lub kolory jej składowych — na przykład inny dla konturu, inny dla wypełnienia<sup>5</sup>);
- warstwa/głębokość (bo figury mogą się na siebie nakładać, i ta która jest na wyższej warstwie przysłania tę na niższej).

## 1.1 Wady i zalety grafiki wektorowej i rastrowej

Każdy z tych rodzajów grafiki ma swoje wady. Do wad grafiki wektorowej możemy zaliczyć:

**Objętość plików dla obrazów o wysokim poziomie szczegółowości.** Grafiki wektorowej nie da się efektywnie wykorzystać do przechowywania obrazów typu zdjęcia czy malunki, bo w efekcie sprowadza się to do podziału obrazu na piksele i opisywania każdego z nich jako wielokąta (kwadratu) o danym kolorze. W grafice rastrowej każdy piksel opisany jest zwykle kilkoma bajtami, natomiast w grafice wektorowej każdemu wielokątowi może odpowiadać nawet kilkadziesiąt bajtów — stąd marnotrawienie miejsca w pamięci. Można oczywiście wyobrazić sobie algorytm, który rozpoznaje kształty w obrazie takim jak zdjęcie (tak, jak robi to ludzkie oko) i te kształty opisuje wektorowo. Niestety, próby takich algorytmów (w postaci programów do *wektoryzacji*<sup>6</sup>) działają tym lepiej im prostszy rysunek.

**Potrzeba rasteryzacji.** *Rasteryzacja*<sup>7</sup> to proces odwrotny do wektoryzacji, czyli zamiana opisu wektorowego na opis rastrowy. Wykonywana jest ona w dzisiejszych czasach prawie

<sup>5</sup>Często dopuszcza się, by figura w grafice wektorowej mogła być wypełniona obrazem rastrowym — więc można przechowywać grafikę rastrową wewnątrz wektorowej! Skutkuje to oczywiście zwiększoną objętością pliku...

<sup>6</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/Wektoryzacja>

<sup>7</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/Rasteryzacja>

zawsze, gdy obraz (przechowywany w pamięci) ma być wizualizowany. Dlaczego? Bo zarówno monitory wszelkiego rodzaju (poza oscyloskopami), jak i drukarki są urządzeniami, których działanie oparte jest na podziale pokazywanego obrazu na małe punkciki<sup>8</sup> (piksele ekranowe na monitorach, plamki tuszu lub tonera w drukarkach) — a więc każdy obraz musi być przed wyświetleniem zrasteryzowany, co w przypadku skomplikowanych obrazów może trwać zauważalną chwilę, albo wręcz nieakceptowalny kawał czasu. . .

Z kolei wadami grafiki rastrowej są:

**Brak skalowalności.** W przypadku potrzeby zmiany rozmiarów obrazu rastrowego zwykle tracimy jakość. Wyraźnie widoczne jest to, gdy obraz powiększamy, bo jeden piksel w oryginale odpowiada kilku takim samym pikselom w powiększeniu, co sprawia, że obraz powiększony staje się chropowaty, brzydki. W przypadku pomniejszenia obrazu utrata jakości nie rzuca się aż tak w oczy, ale przy ponownym powiększeniu go nie odzyskamy już jakości wyjściowej.

Nie ma tego problemu w grafice wektorowej, gdzie do opisu figur używa się liczb rzeczywistych (inaczej niż współrzędne pikseli, które są zawsze całkowite!), a więc możemy je dowolnie mnożyć (przy powiększaniu) i dzielić (przy zmniejszaniu) bez utraty dokładności.

**Objętość plików dla obrazów schematycznych i rysunków.** Rysunki i schematy zapisywane rastrowo zwykle zajmują dużo więcej pamięci niż zapisywane wektorowo. Wynika to z natury rysunku, który jest zbiorem pewnych figur płaskich i w sposób naturalny może być zapisany wektorowo.

**Brak „obracalności”.** Ponieważ piksele są kwadratowe lub prostokątne, przeto obrót grafiki rastrowej o kąt inny niż 90°, 180° lub 270° powoduje utratę jakości, bo obrócone piksele trafiają „pomiędzy” piksele siatki. Analogiczna sytuacja występuje przy odbiciach lustrzanych względem prostych innych niż poziome, pionowe i biegnące pod kątem 45° . . .

<sup>8</sup>Szczerze mówiąc, swego czasu funkcjonowały w użyciu monitory oparte na zasadzie oscyloskopu, a więc bez podziału ekranu na piksele, a także plotery, które rysowały pisakami na arkuszach papieru, zamiast drukować obraz z plamek. Oba te rozwiązania pozwalają uniknąć rasteryzacji przy wizualizacji obrazu, ale oba są w dzisiejszych czasach bardzo rzadko spotykane.

**Ograniczona redagowalność.** Grafika rastrowa jest trudniejsza do poprawiania — mamy dostęp do poszczególnych punktów, ale nie do całości figur, które tworzą. Trudno w czystej grafice rastrowej przekolorować sukienkę czy kwiat, albo przeskalować taki obiekt jako pewną całość.

Dla podsumowania warto jeszcze wspomnieć, że grafika wektorowa nadaje się szczególnie do przechowywania obrazów typu: schematy, mapy, loga, herby, flagi, znaki informacyjne, komiksy oraz sceny trójwymiarowe<sup>9</sup>, a także czcionki i ogólnie teksty<sup>10</sup>. Grafika rastrowa służy zaś do przechowywania zdjęć, malunków i ogólnie obrazów, w których występuje dużo szczegółów w wielu odcieniach.

## 2 Formaty plików graficznych

Teraz zajmiemy się popularnymi formatami plików graficznych — ich zastosowaniami, wadami i zaletami.

### 2.1 Formaty rastrowe

#### 2.1.1 JPEG

Format *kompresji stratnej*<sup>11</sup> opracowany przez *Joint Photographic Experts Group*<sup>12</sup>. Przeznaczony jest do przechowywania zdjęć i obrazów artystycznych (głównie malarskich), w których mamy wiele odcieni barw płynnie przechodzących między sobą.

Dopuszczony do użycia na stronach WWW.

<sup>9</sup>Większość scen trójwymiarowych w grafice komputerowej (także w grach) opisana jest wektorowo, poza pewnymi zastosowaniami naukowymi i medycznymi, gdzie mamy do czynienia z trójwymiarową grafiką rastrową.

<sup>10</sup>Właściwie prawie wszystkie formaty opisywane w poprzednich wykładach są formatami wektorowymi — bo przechowują tekst i pewne informacje o jego układzie i czcionkach.

<sup>11</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Kompresja\\_stratna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kompresja_stratna)

<sup>12</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/JPEG>

### 2.1.2 PNG

*Portable Network Graphics*<sup>13</sup> to uniwersalny format *kompresji bezstratnej*<sup>14</sup> nadający się do przechowywania każdego rodzaju grafiki. W przypadku zdjęć i malunków zalecany jest JPEG, bo strata jakości jest mała, a oszczędność rozmiaru duża. We wszystkich innych zastosowaniach można użyć PNG. Oferuje bardzo dużą głębię kolorów — *True color*<sup>15</sup> — oraz płynną przezroczystość ( $2^{16}$  stopni przezroczystości).

Podobnie jak JPEG dopuszczony do użycia na stronach WWW.

### 2.1.3 GIF

*Graphics Interchange Format*<sup>16</sup> to format grafiki przeznaczonej do przechowywania prostych rysunków. W przypadku bardziej skomplikowanych grafik pojawia się utrata jakości w stosunku do oryginału (z powodu ograniczenia liczby kolorów — mimo kompresji bezstratnej). Jest on bardzo ograniczony w stosunku do formatu PNG (mniejsza liczba kolorów, zwykle gorsza kompresja, mniej elastyczna przezroczystość) i właściwie został przezeń zastąpiony (także ze względu na patenty na format GIF). Jedyne zastosowanie, w jakim się go jeszcze powszechnie spotyka, to proste animacje, których PNG przechowywać nie potrafi. No i strony internetowe przeznaczone dla starszych przeglądarek (które źle lub wcale nie potrafią obsługiwać formatu PNG).

GIF — podobnie jak JPEG i PNG — jest dopuszczonym standardem prezentacji grafiki na stronach WWW.

Pozostałe formaty rastrowe nie są dopuszczone do użycia na stronach WWW.

### 2.1.4 BMP

Format *BMP*<sup>17</sup> popularny jest w systemach MS Windows (i stąd także poza nimi). Niestety, stosuje słabą kompresję, stąd ogromne pliki i nikłe zastosowanie. W każdym przypadku do

<sup>13</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/PNG>

<sup>14</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Kompresja\\_bezstratna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kompresja_bezstratna)

<sup>15</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/True\\_color](http://pl.wikipedia.org/wiki/True_color)

<sup>16</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/GIF>

<sup>17</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/BMP\\_\(format\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/BMP_(format))

zastąpienia przez PNG.

### 2.1.5 TIFF

*Tagged Image File Format*<sup>18</sup> jest jeszcze bardziej uniwersalny od PNG — pozwala na przykład zapisywać dokumenty wielostronicowe oraz przechowuje komentarze do obrazów, oferuje także różne rodzaje kompresji — tak stratnej, jak i bezstratnej. Wiele cyfrowych aparatów fotograficznych potrafi zapisywać zdjęcia w tym formacie. Miejsce znajduje jednak zwykle tylko w bardzo fachowych zastosowaniach. W dokumentach na stronach WWW niedopuszczony, z powodu braku potrzeby tak skomplikowanego formatu.

### 2.1.6 XCF

*Experimental Computing Facility*<sup>19</sup> jest formatem wewnętrznym edytora GIMP, stąd pewnie będziemy się z nim często spotykać. Nie stosuje kompresji stratnej i pozwala przechowywać pewne elementy wektorowe, niezbędne w edycji grafiki — takie jak warstwy i ścieżki. Wszystkie pliki edytowane w GIMPie należy zapisywać w tym formacie<sup>20</sup> (oprócz ewentualnych innych formatów).

## 2.2 Formaty wektorowe

### 2.2.1 SVG

Jedynym formatem wektorowym oficjalnie dopuszczonym do użycia w stronach WWW jest otwarty format grafiki wektorowej *Scalable Vector Graphics*<sup>21</sup>, naturalny format zapisu dla programu *Inkscape*<sup>22</sup>. Niestety, wiele przeglądarek jeszcze go nie obsługuje, choć istnieją wtyczki pozwalające na rozszerzenie przeglądarek o tę funkcjonalność.

<sup>18</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/TIFF>

<sup>19</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/XCF>

<sup>20</sup>Inne edytory graficzne też zwykle mają swoje wewnętrzne formaty. Jeżeli używamy takiego edytora, to także należy zapisywać wszystkie swoje prace we właściwym mu formacie.

<sup>21</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/SVG>

<sup>22</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/Inkscape>

### 2.2.2 SWF

W przeciwieństwie do SVG, format *Shockwave Flash*<sup>23</sup> jest zamknięty i niedopuszczony standardami do używania na stronach WWW, ale za to bardzo popularny i dzięki wtyczkom obsługiwany przez praktycznie wszystkie przeglądarki. Pozwala także — w przeciwieństwie do SVG — przechowywać animacje i elementy interaktywne.

### 2.2.3 CDR

CDR<sup>24</sup> to zamknięty format edytora wektorowego *Corel Draw*<sup>25</sup>. Popularny ze względu na popularność samego programu.

### 2.2.4 PS, EPS

*PostScript*<sup>26</sup> oraz *Encapsulated PostScript*<sup>27</sup> to formaty grafiki wektorowej przeznaczonej przede wszystkim do przechowywania tekstu (a także grafiki wektorowej) przeznaczonego do wydruku na drukarce. Formaty te są dość stare i w dzisiejszych czasach coraz mniej używane.

### 2.2.5 PDF

Znany już nam *Portable Document Format*<sup>28</sup> jest formatem graficznym (wywodzącym się od PSa), a — jak już wiemy — przeznaczonym do przechowywania tekstu, grafiki i innej zawartości.

### 2.2.6 ODG

Otwarty format zapisu z rodziny *OpenDocument*<sup>29</sup>, przeznaczony do przechowywania rysunków wektorowych. Bardzo polecany, ale raczej do pracy — żeby opublikować rysunek należy go

<sup>23</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/SWF>

<sup>24</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/CDR\\_\(format\\_grafiki\\_wektorowej\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/CDR_(format_grafiki_wektorowej))

<sup>25</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Corel\\_Draw](http://pl.wikipedia.org/wiki/Corel_Draw)

<sup>26</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/PostScript>

<sup>27</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Encapsulated\\_PostScript](http://pl.wikipedia.org/wiki/Encapsulated_PostScript)

<sup>28</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Portable\\_Document\\_Format](http://pl.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format)

<sup>29</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/OpenDocument>



i tak *przekonwertować*<sup>30</sup> do jakiegoś uniwersalnego formatu publikacji (zwykle SVG lub PNG).

### 2.2.7 DIA

Format naturalny programu *Dia*<sup>31</sup>. Nie nadaje się do publikacji, ale wymieniamy go tu z uwagi na sam program — szczerze wart polecenia.

### 2.2.8 DXF

*Data Exchange Format*<sup>32</sup> to względnie popularny i otwarty format wymiany danych wektorowych, opracowanych przez firmę *Autodesk*<sup>33</sup>. Niestety, umożliwia on przechowywanie także zamkniętych/zakodowanych danych, co ogranicza jego funkcjonalność.

<sup>30</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Konwersja\\_danych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Konwersja_danych)

<sup>31</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Dia\\_\(program\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Dia_(program))

<sup>32</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/DXF>

<sup>33</sup><http://pl.wikipedia.org/wiki/Autodesk>