



コンピュータグラフィックスS

第1回 コンピュータグラフィックスの概要

システム創成情報工学科 尾下 真樹

2019年度 Q2

授業担当

- 尾下 真樹（おした まさき）
 - 居室：研究棟 W623
 - e-mail: oshita@ces.kyutech.ac.jp
 - <http://www.cg.ces.kyutech.ac.jp>
 - 研究内容
 - コンピュータアニメーション技術の研究
 - キャラクタの動作生成・制御、操作インターフェース、物理シミュレーション、アニメーション制作システム



今日の内容

- ガイダンス
 - 授業の達成目標、進め方、成績評価、授業内容
- コンピュータグラフィックスの概要
- 2次元グラフィックス
- 3次元グラフィックス



授業の概要

- **グラフィックスの基礎知識を学習（講義）**
 - 基本的にPowerPointの資料を使って講義
 - 毎回の講義中に演習問題
 - 期末テスト
- **簡単な3次元グラフィックスのプログラムを自分で作れるようになる（演習）**
 - プログラミングの方法を講義で説明
 - 各自、講義中に演習を行いプログラムを作成
 - 毎回の演習後にプログラムを提出（Moodle）
 - 期末レポート



本科目の達成目標(シラバスより)

- コンピュータグラフィックスの歴史や、どのような応用に利用されているかといった背景知識を理解させる。
- コンピュータグラフィックスを扱う上で必要となる、レンダリング技術や変換行列などの、基礎的な知識を理解させる。
- 3次元グラフィックスを用いた簡単なプログラムを開発できる技術を習得させる。



本科目の位置づけ

- 情報の選択必修科目
- 学科の学習・教育目標(B) に対応
 - コンピュータ応用とシステム理論を学び、時代の要請に呼応した新たな情報システムを創造し、開発を行うための基礎能力を身に付ける



講義の進め方

- PowerPointの資料を使って説明
- 資料は Moodle の本講義のページで公開
 - <http://ict-i.el.kyutech.ac.jp>
 - ハードコピーが必要な人は各自印刷する
 - 演習に必要な資料なども、前もって置いておく
 - 講義に関する連絡も、Moodle上で行う
- 講義の聴き方は、各自工夫すること
 - 重要な点は、適宜、ノートをとるようにすること
 - 資料を印刷しただけで、安心しないこと



成績評価

- 期末試験(40点)
 - 期末レポート(40点)
 - 毎回の授業の演習問題・演習課題(20点)
 - 授業中の演習問題、プログラミング演習課題
 - 出席
 - 成績には考慮しない、一定回数の欠席で不合格
- ※ 上記の説明以上の具体的な評価方法や配点、個別の成績評価状況に関する質問には、回答しない



期末試験・レポート

- 期末試験
 - 授業で扱う全ての範囲から出題
 - 教科書・ノート持込不可
- 期末レポート
 - 与えられた演習課題を行ってレポートを提出
 - 期末試験後の締切を予定



演習問題

- 毎回の講義中に、Moodle を使って復習のための演習問題を実施する
 - 出席のチェックをかねる
 - 点数は、成績に反映する
 - 全成績の20%（1回分で1・2点程度）
1回分はそれほど大きくはないが、積み重ねは大きい
 - 講義をきちんと聞いていれば解ける問題を出題



演習課題

- 何度かの演習では、授業中に各自で行うプログラミング演習課題を出す
 - 指定された通りのプログラムを作成し、Moodleから提出する
 - 授業時間内に終わらない場合は、授業時間後に各自で行って、期限内に提出する
- 講義中の演習問題と合わせて成績評価に考慮
 - 合計で全成績の20%



Moodleの復習問題

- 講義中に行った演習問題 + 追加問題
- 復習に活用すること
 - 講義中に行った演習問題で間違えた問題等の復習をすること
 - 間違ったまま覚えると、演習問題の意味がない
 - 例年、きちんと Moodle の問題をやっている人ほど、試験の点数も高い
- 出席・成績には考慮しない



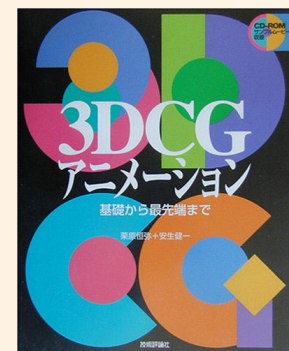
教科書・参考書

- 「コンピュータグラフィックス 改訂新版」
CG-ARTS協会 編集・出版(3,600円)




- 「ビジュアル情報処理 -CG・画像処理入門-」
CG-ARTS協会 編集・出版(2,500円)

- 「3DCGアニメーション」
栗原恒弥 安生健一 著、技術評論社
出版(2,980円)



参考:CGエンジニア検定

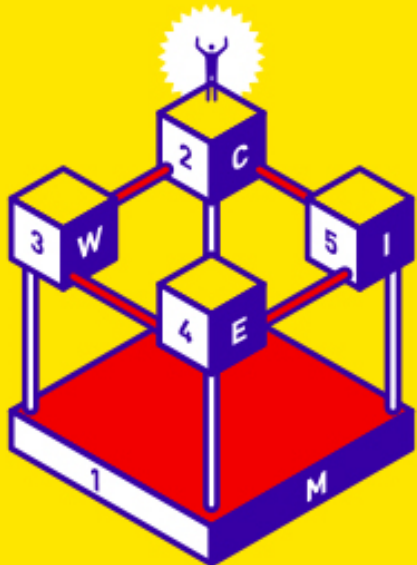
- CGエンジニア検定(CG-ARTS協会)
 - ベーシック/エキスパート
 - 年2回実施、福岡でも受験可能
 - 本授業の内容を修得できていれば合格可能



文部科学省後援
CG-ARTS
検定
CG-ARTS CERTIFICATION TESTS 2019

前期 7月14日^日
申込期間 4月1日(月)から6月7日(金)

後期 11月24日^日
申込期間 9月2日(月)から10月18日(金)



- マルチメディア検定
MULTIMEDIA
- CGクリエイター検定
CG CREATOR
- Webデザイナー検定
WEB DESIGNER
- CGエンジニア検定
CG ENGINEER
- 画像処理エンジニア検定
IMAGE PROCESSING ENGINEER

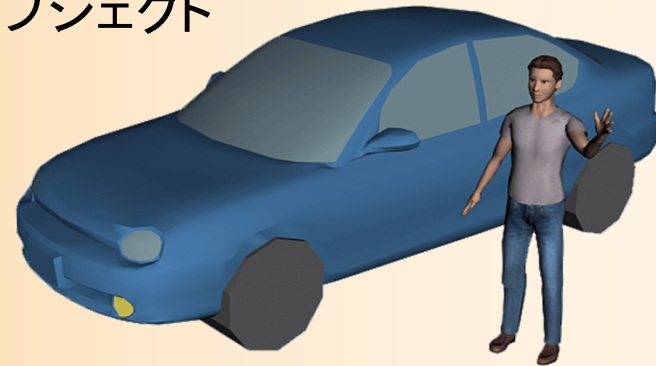
INFINITE POWER!

2019

コンピュータグラフィックスの概要

- CG画像を生成するためのしくみ
 - 仮想空間にオブジェクトを配置
 - 仮想的なカメラから見える映像を計算で生成
 - オブジェクトやカメラを動かすことでアニメーション

オブジェクト



光源



カメラ

生成画像



コンピュータグラフィックスの概要

- コンピュータグラフィックスの主な技術

オブジェクトの作成方法

いかに自然な画像を高速に計算するか

オブジェクトの形状表現

オブジェクト

生成画像



表面の素材の表現

動きのデータの生成



光源

画像処理

カメラから見える画像を計算

光の効果の表現

本科目の位置づけ

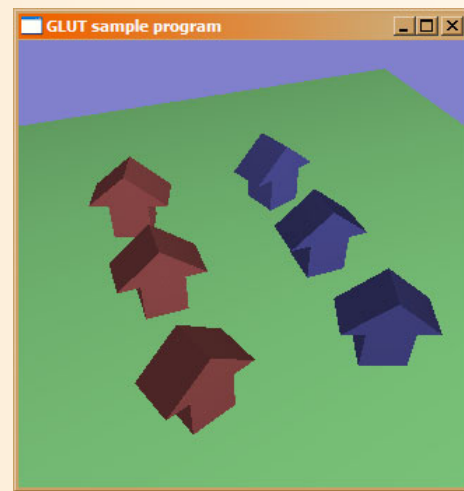
- 3次元グラフィックス技術の理解
 - 3次元データから2次元画像(動画)を生成
 - 現実世界の3次元データをどのように計算機上で表現するか
 - 視覚的な物理現象をどのようにしてうまくシミュレートするか
 - 画像処理技術(2次元グラフィックス)については、別の講義がカリキュラムに組み込まれている
 - 画像情報処理(3年前期(Q2)、新見先生)
 - 2次元の画像処理(2値化、2値画像処理、各種変換)
 - マルチメディア工学概論(4年前期(Q2)、新見先生)
 - 画像の符号化、画像処理(ノイズ除去、輪郭抽出)等



演習内容

- OpenGL + GLUT による演習

- 講義中に端末を使って演習を行う
- 簡単な物体描画、マウスによる視点操作、アニメーションなど
- 具体的な描画処理はOpenGLが行ってくれる



- 演習の目的

- 実際にプログラムを作成することで3次元CGの仕組みをより深く理解する
- 将来、3次元CGのプログラミングが必要になる時のために、とりあえず最低限使えるようになる



CGの社会での応用

- アニメーション(動画)・出版物(静止画)・Web など

- 基本的には、市販のソフトウェアを使用して制作

- プログラミングは不要(まれに必要)
- 原理は理解しておく必要がある

- デザイン能力などが必要

- コンピュータゲーム など

- プログラミングが不可欠

- 基本的には、本講義で学習する知識で制作可能

- 実際にゲームを制作するためには、多数のデータも必要になる



Toy Story 2, 1999, © Disney・Pixar



DEAD OR ALIVE 3 © 2002 TECMO, LTD.



CGはどのような役に立つか

- CGは社会で幅広く使われている
 - 基礎的な技術や考え方は、常識として押さえておくべき
- 就職との関連
 - 本学科から、CG関係・ゲーム関係の分野に就職する人は、ほとんどいない？
 - CG作品制作に携わる職業を目指す人は、デザインなどの能力も必要
 - ゲームプログラマなどの職業を目指す人は、トップクラスのプログラミング能力や深い知識、積極性が必要
- ツールとしてCG技術を利用することは多い
 - ロボットのシミュレーション結果の表示、各種解析結果の表示、Virtual Reality インターフェースなど



この講義はどのような役に立つか

- この講義を受講したからと言って、何らかの企業に簡単に就職できるようなことはない
- 本講義では、ごく基礎的な知識・演習を扱う
 - 情報工学の常識として、最低限知っておくべき内容
- 自分でより勉強したい人のための出発点
 - 関連業界への就職に興味がある人は、自分で勉強することが必要



卒業研究との関連

- 尾下研究室で卒業研究や大学院研究を行う人は、本講義の内容は最低限の基礎となる
 - コンピュータアニメーション技術の研究
 - キャラクタの動き生成、操作インターフェース、物理シミュレーション、アニメーション制作システム
 - 他の研究室でも、一部の内容は関連する
- 研究では、より高度な内容を扱うことになる



講義予定

- 講義

- 第1回 ガイダンス、グラフィックスのしくみ
- 第2回 グラフィックスの応用、要素技術
- 第3回 演習(1): OpenGL&GLUT入門
- 第4回 モデリング
- 第5回 レンダリング
- 第6回 レンダリング・パイプライン
- 第7回 演習(2): ポリゴンモデルの描画
- 第8回 座標変換(1)
- 第9回 演習: 座標変換によるアニメーション



講義予定

- 講義(続き)

- 第10回 演習(3):座標変換
- 第11回 シェーディング
- 第12回 シェーディング、マッピング
- 第13回 演習(4):シェーディング、マッピング
- 第14回 アニメーション
- 第15回 コンピュータグラフィックスの最新技術

- 演習と講義を交互に行なう
- 期末試験
- レポート課題



今日の内容

- ガイダンス
- コンピュータグラフィックスの概要
- 2次元グラフィックス
- 3次元グラフィックス





コンピュータグラフィックスの概要

コンピュータグラフィックス

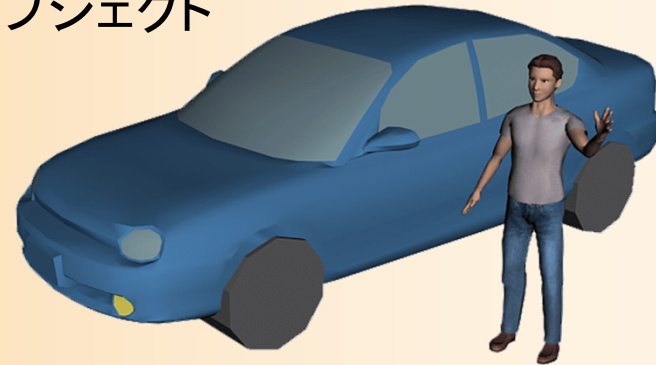
- 「コンピュータグラフィックス」とは？
 - 広い意味では、コンピュータを使って画像・映像を扱う技術の総称
 - 狭い意味では、3次元の形状データをもとに、現実世界のカメラをシミュレートすることによって、画像・映像を生成する技術（3次元グラフィックス）



3次元グラフィックス

- CG画像を生成するためのしくみ
 - 仮想空間にオブジェクトを配置
 - 仮想的なカメラから見える映像を計算で生成
 - オブジェクトやカメラを動かすことでアニメーション

オブジェクト



光源



カメラ

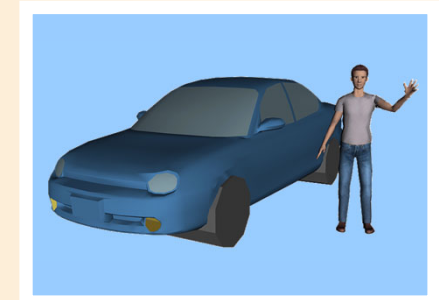
生成画像



コンピュータグラフィックスの分類

- 2次元グラフィックス

- 画像データ(2次元)を扱う
 - 画像処理、符号化などの技術



- 3次元グラフィックス

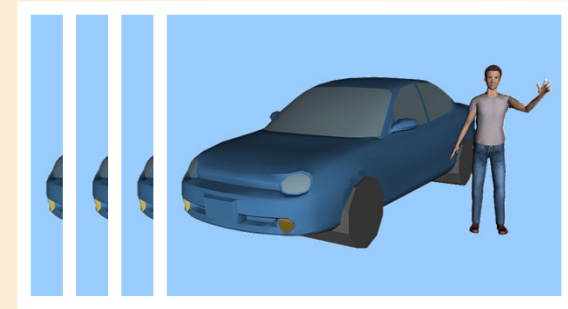
- シーンデータ(3次元) → 画像データ(2次元)
 - 出力データは、あくまで2次元になることに注意



アニメーション

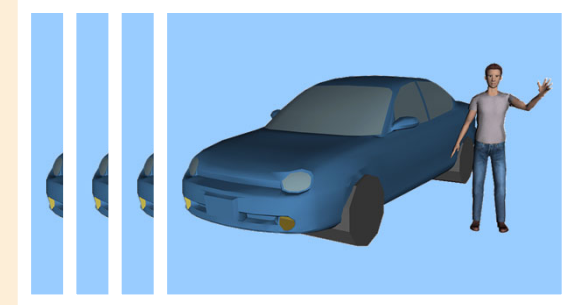
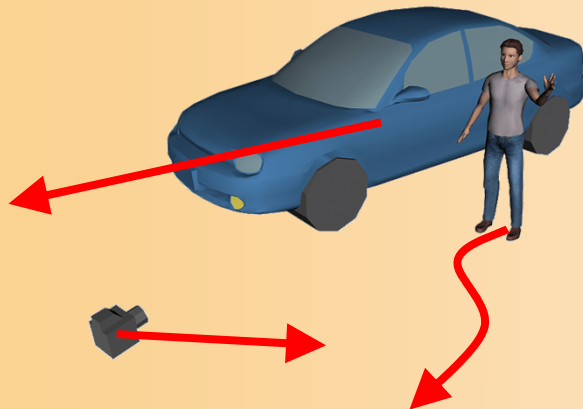
- 2次元アニメーション

- 少しずつ変化する画像を連続的に生成することで、アニメーションになる



- 3次元アニメーション

- 動きのデータを与えて、連続画像を生成

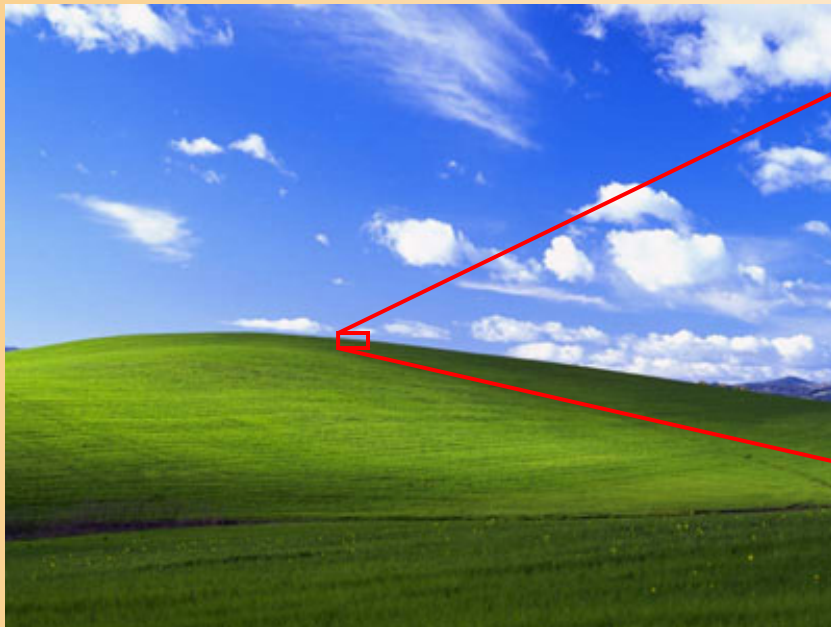




2次元グラフィックス

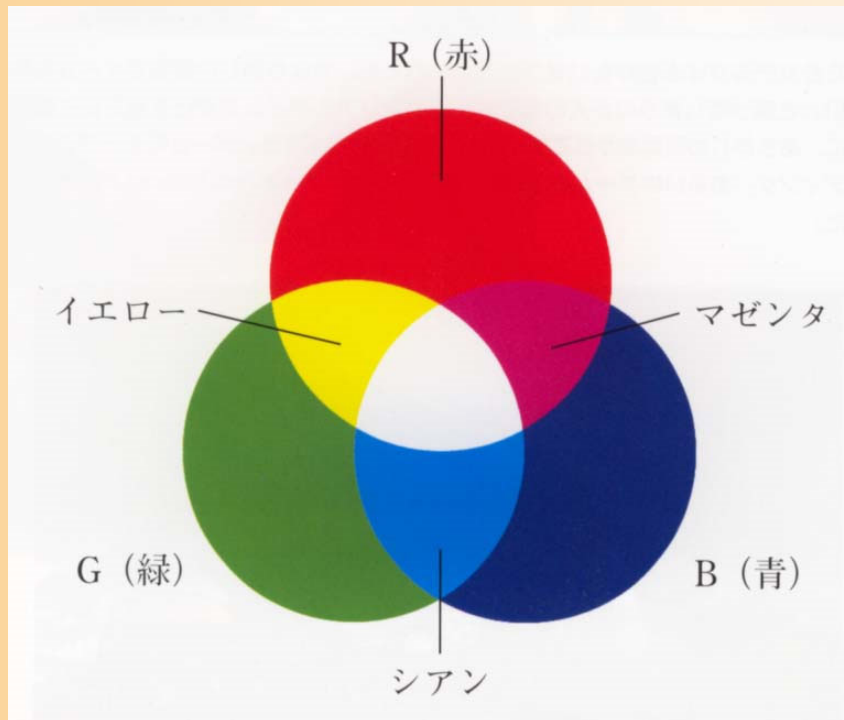
2次元グラフィックス

- 画像や画面表示を扱う技術
- コンピュータの画面や画像は、ピクセルの集まりによってできている



光の三原色

- 赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の混ぜ合わせによってあらゆる色を表現することができる



色の表現

- 光の三原色 赤(R)、緑(G)、青(B)の混合比で、さまざまな色を表現



R, G, B = (1.0, 0.0, 0.0)

各色0.0~1.0の実数で表した場合
= (255, 0, 0)

各色1バイト(0~255)で表した場合



R, G, B = (1.0, 1.0, 0.0)

= (255, 255, 0)



R, G, B = (1.0, 1.0, 1.0)

= (255, 255, 255)



R, G, B = (0.0, 0.0, 0.0)

= (0, 0, 0)



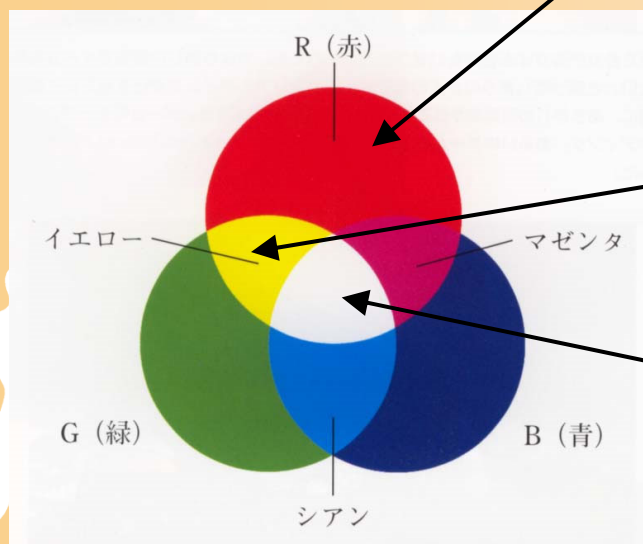
R, G, B

= (0.5, 0.5, 0.5)



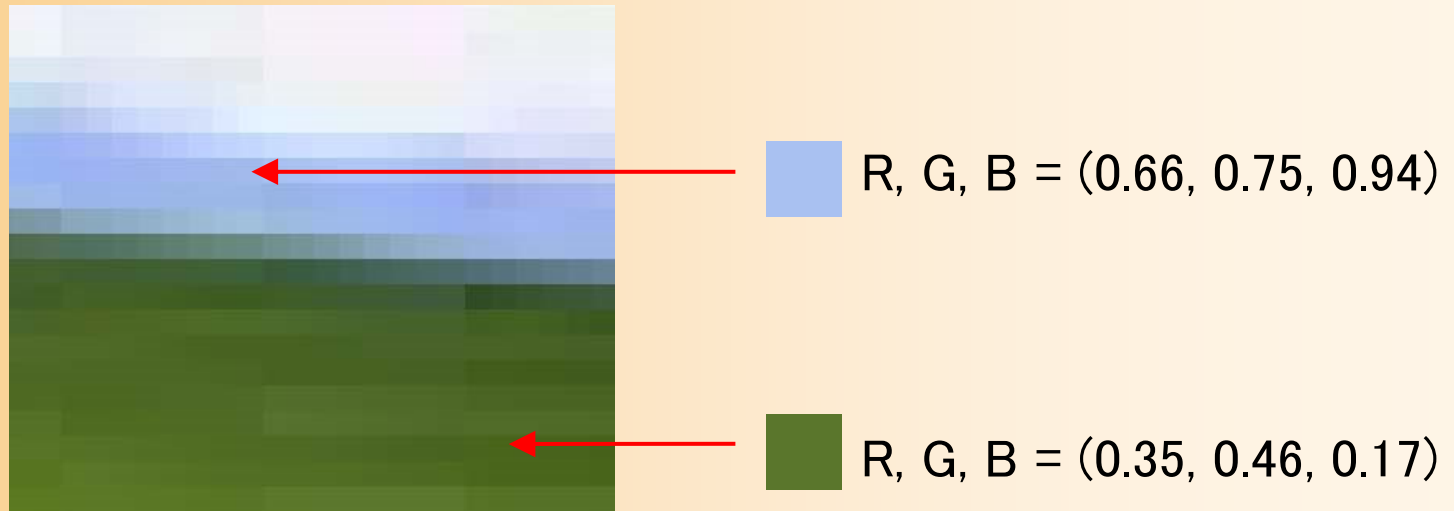
R, G, B

= (0.5, 1.0, 0.5)



ピクセルの表現

- RGBによるピクセルの表現の例



- RGBそれぞれに8ビット(256段階)ずつ使えば24ビット(=3バイト)になる
- ピクセルの数が 800×600 であれば、必要なデータ量は、 $800 \times 600 \times 3 = 1440000$ バイト=約1.4MB



光の三原色と色の三原色

- 色の三原色(青緑、黄、紫)
 - CGでは基本的に光の三原色(加法混色)を使用する
 - 最終的に印刷する場合は色の混ぜ合わせが必要
 - 最近のプリンタでは、より正確に色を表現するために、3種類以上のインクを使用するものが多い



光の三原色(RGB)
加法混色

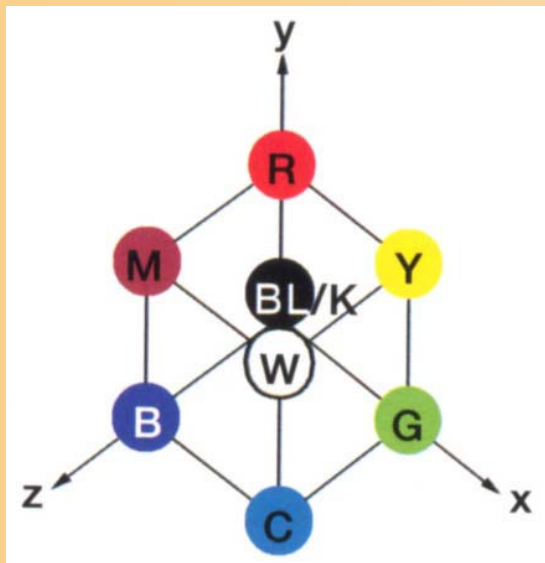


色の三原色(CYMK)
減法混色

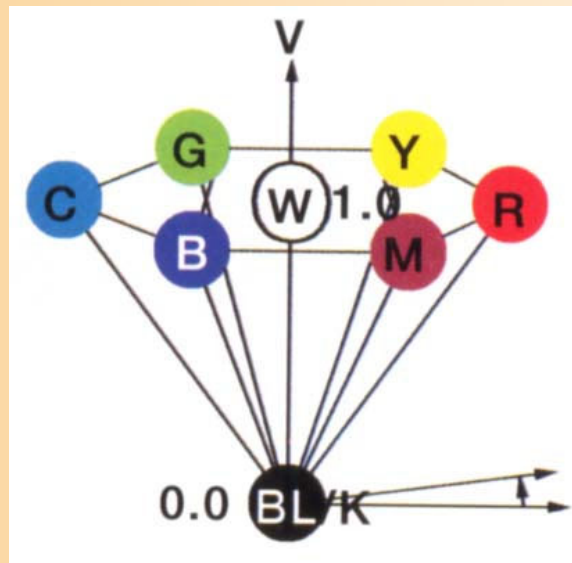


HSV色空間

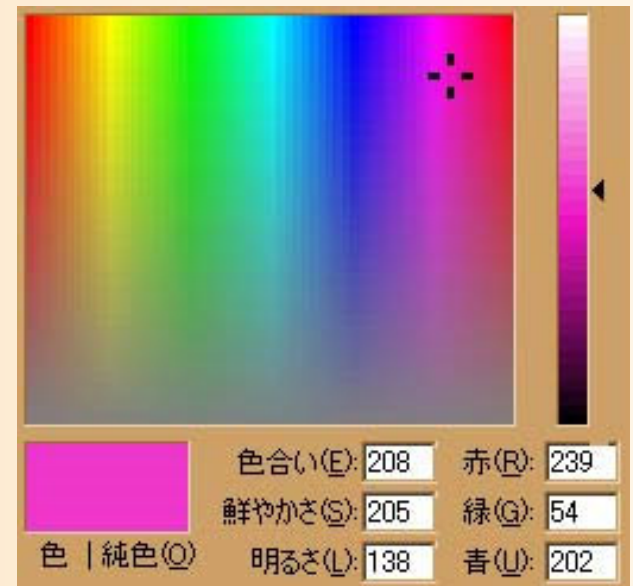
- 色相(H)、明度(V)、彩度(S)により色を表現
 - RGB表現に変換できる
 - 明るさや鮮やかさを直感的に指定できる



RGB色座標系

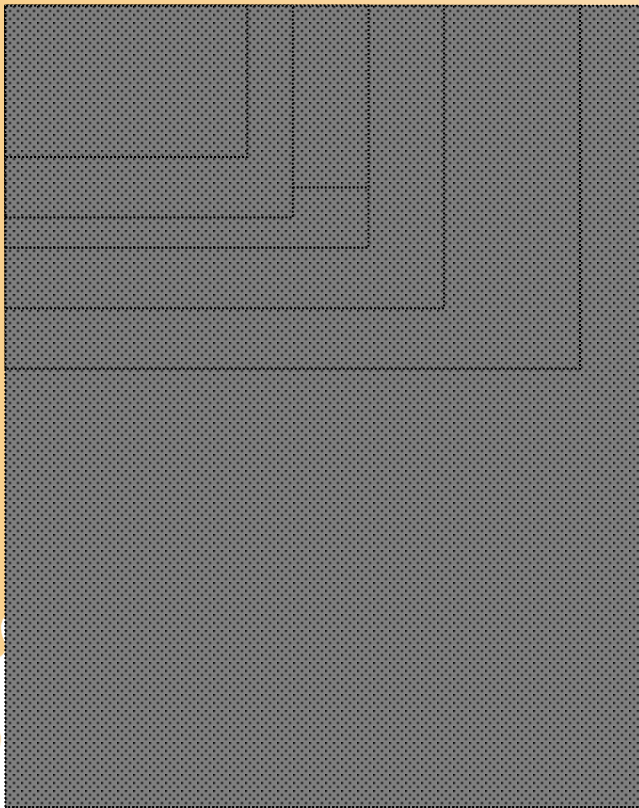


HSV色座標系



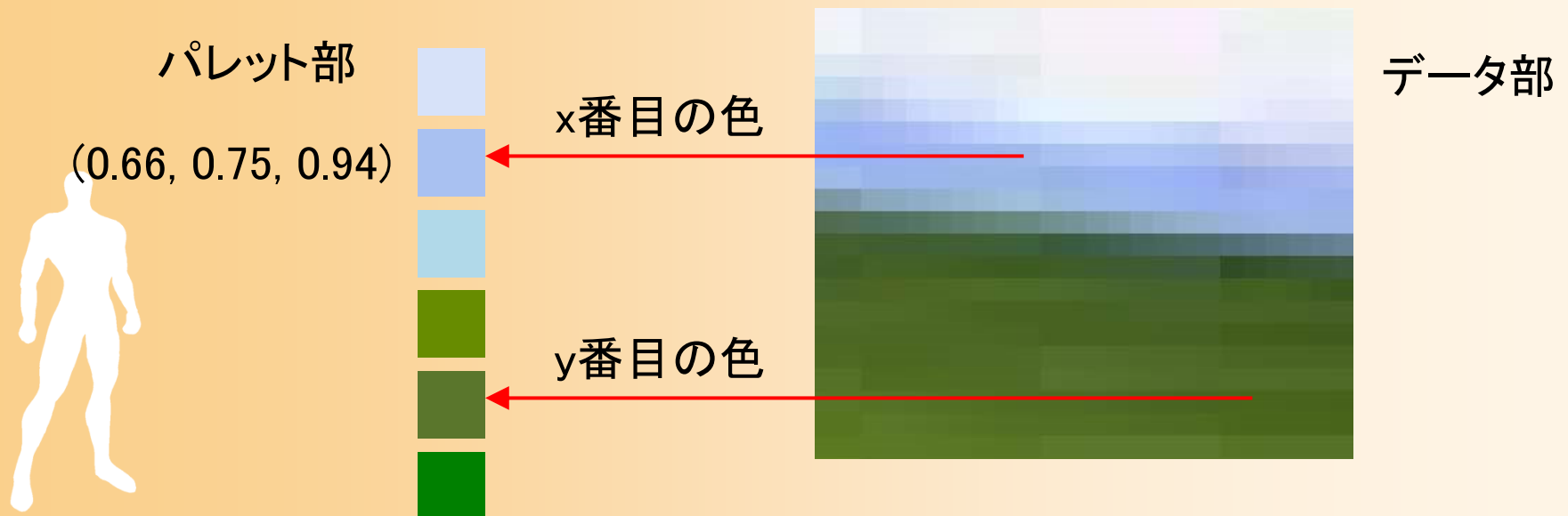
2次元グラフィックスの解像度

- 640x480 テレビ
- 1024x768 ノートパソコン XGA
- 1280x1024 パソコン SXGA
- 1280x720 ハイビジョン
- 1920x1080 フルハイビジョン
- 1600x1200 パソコン UXGA
- 2048x1024 映画
- 2480x3800 印刷 (A4,300dpi)



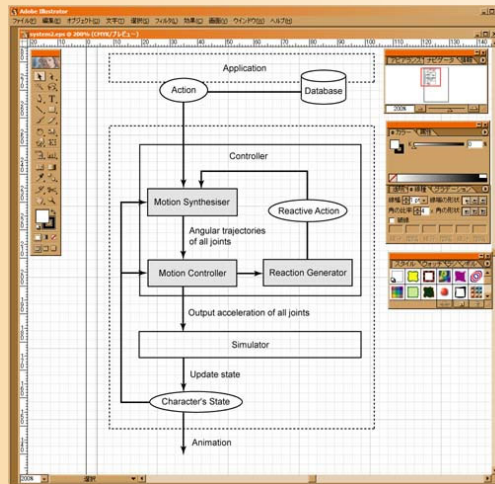
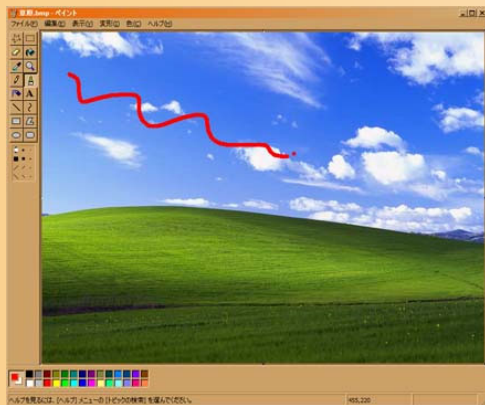
カラーパレットを使った表現

- 画像データをパレット部とデータ部に分ける
 - 少ないデータ量で画像を表現できる
 - 例えば、画像ファイルのGIFフォーマット(最大256色)
 - 昔のコンピュータは、一度に出せる色の数が制限されていた



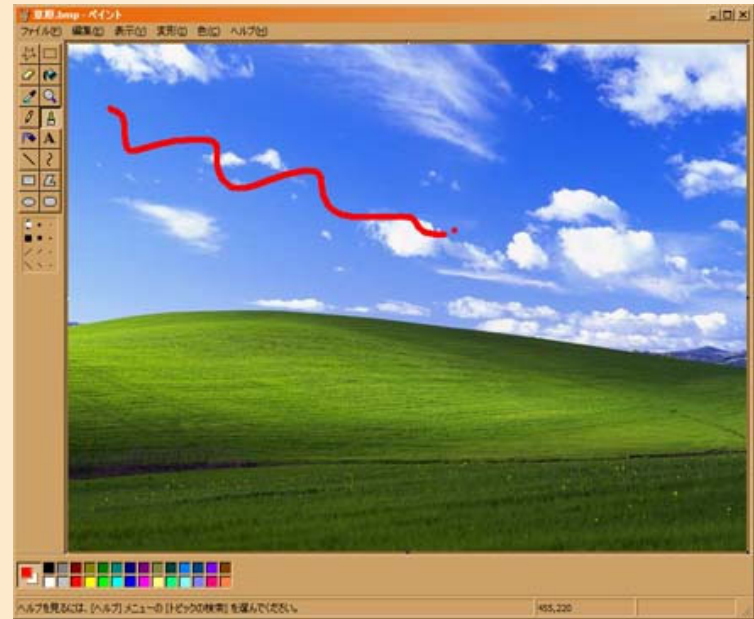
2次元グラフィックスを扱う方法

- 2次元グラフィックスを作成するための方法 (ソフトウェア)として主に3種類がある
 - ペイント系
 - ドロー系
 - レタッチ系



ペイント系

- 実際に紙と筆を使って絵を描くような作業をそのまま計算機上で行う方法・ツール
 - ツールの例：ペイントブラシ、Painter
 - マウスをドラッグすると線が描かれる
 - 塗り、エアブラシ、ぼかしなどの技法も使える
 - なるべく実際の絵描き作業の再現が目標
 - 筆がかすれる効果なども再現



ドロー系

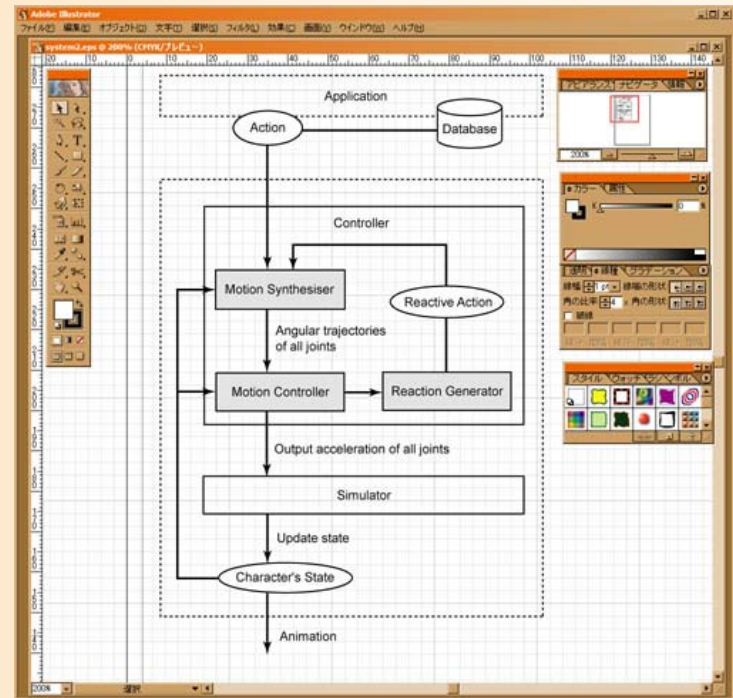
- 主に図を書くための方法・ツール

- ツールの例: Adobe Illustrator、MS Word 作図機能
- 線や四角などの図形を配置

- ツール側では、配置された図形の情報に記憶

- 最終的に印刷・表示する時に初めてピクセルデータに変換される

- ペイント系とは異なり、拡大縮小を行っても汚くならない



レタッチ系

- 写真などの画像データを修正・加工
 - ツールの例: Adobe Photoshop、GIMP
 - 画像の明るさや色合いなどを修正
 - 複数の画像を合成
 - 特殊な効果などを加える
 - ペイント系の機能を持つソフトも多い



画像の合成の例

レイヤー1

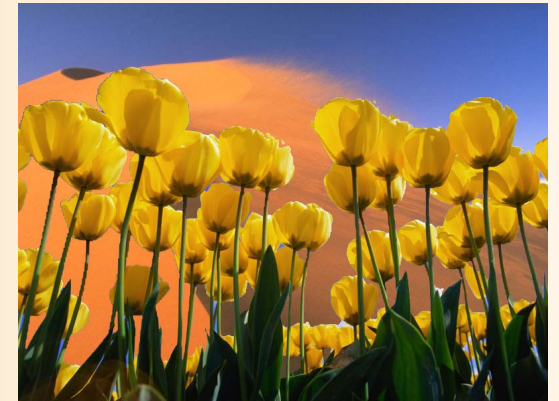


レイヤー2



+

=



カラー(RGB)チャンネル



アルファチャンネル(マスク)

画像とは別にアルファチャンネルを作成することで合成



画像の合成の例

GIMP 起動中

GIMP 2.10

GNU IMAGE MANIPULATION PROGRAM

GIMPを使った画像合成の例

新規プラグイン問い合わせ中

file-rawtherapee.exe

2次元グラフィックスの応用

- 印刷・出版、Webページ
- 動画
- コンポジション(画像・動画の合成)
- 画像処理・画像認識
- 画像圧縮
- これらのトピックは、本講義では扱わない





3次元グラフィックス

2次元から3次元へ

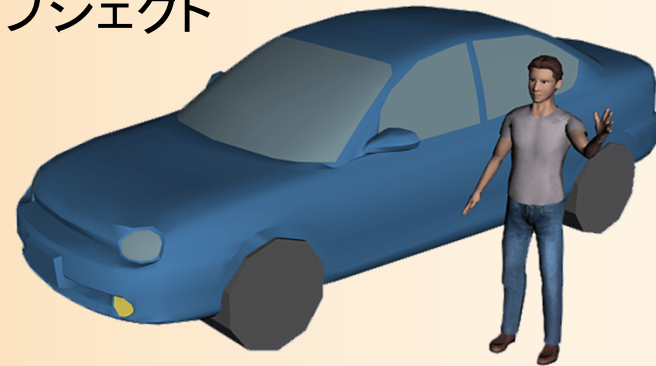
- 3次元グラフィックス
 - 3次元の空間情報のデータを持つ
 - 3次元のデータから2次元の画像を計算によって生成
- 3次元グラフィックスの利点
 - より立体的に正確な画像を生成できる
 - あらゆる視点から見た画像を簡単に生成できる
 - 動きのデータを与えるだけでアニメーションが生成できる



3次元グラフィックスのしくみ

- CG画像を生成するための方法
 - 仮想空間にオブジェクトを配置
 - 仮想的なカメラから見える映像を計算で生成
 - オブジェクトやカメラを動かすことでアニメーション

オブジェクト



光源



カメラ

生成画像



コンピュータグラフィックスの概要

- コンピュータグラフィックスの主な技術

オブジェクトの作成方法

いかに自然な画像を高速に計算するか

オブジェクトの形状表現

オブジェクト

生成画像



表面の素材の表現

動きのデータの生成



光源

画像処理

カメラから見える画像を計算

光の効果の表現

3次元グラフィックスの特徴

- 3次元グラフィックスの利点

- より立体的・写実的に正確な画像を得ることができる
- 実写では撮影できないような特殊な映像を作ることができる

- 3次元グラフィックスの制作

- 3次元の形状データを作成する必要があるので、一方向のみからの画像を描くのに比べると、手間がかかる
- ただし、一度形状データを作成すると、
 - あらゆる視点から見た画像を簡単に生成できる
 - 動きのデータを与えるだけでアニメーションが生成できる



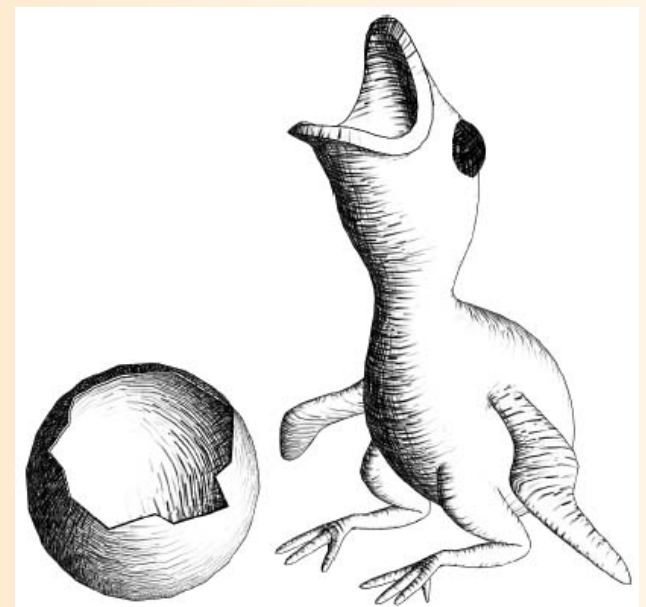
コンピュータグラフィックスの技術

• CG技術の研究

- 一枚の画像を生成するだけでも多くの技術が使われている
- いかに実物に近い映像を高速に計算するか
- ノンフォトリアリスティックCG
などもある
 - リアルな画像ではなく、手書き風の画像などを生成

• CG技術の特徴

- まだ歴史が浅い
- 新開発された技術はどんどん
実用化される



Hatching [Praun 2001]



まとめ

- ガイダンス
- コンピュータグラフィックスの概要
- 2次元グラフィックス
- 3次元グラフィックス



次回予告

- 次回

- コンピュータグラフィックスの歴史と応用
- 3次元グラフィックスの要素技術

- 次々回

- 3次元グラフィックスのプログラミングを体験

- それ以降

- 毎回の講義・演習で、3次元グラフィックスの要素技術を詳しく学んでいく

