

新教育課程に対応した情報教材の展望

- 画像処理のアルゴリズム授業実践等 -

伊藤 広司

Email: ito.hiroshi@nagoya-c.ed.jp

名古屋市立名東高等学校

◎Key Words 情報 B, 画像処理, アルゴリズム

1. はじめに

教科情報の新課程科目「情報の科学」は「社会と情報」に比べて、アルゴリズム学習、シミュレーション学習、データベース学習に特徴がある。

生徒たちには、情報教育を通して情報の受容者として、また、変化する情報システムの評価・選定・活用が可能な情報発信者としての、主体的な実践力を養成していくことが望まれる。そこで、上記の3分野の学習への意欲的な理解力の向上を目標に3分野を組み合わせた「情報B」について、抵抗なく、興味を持って学習が進められるような教材の作成に、7年前より取り組んできた。その中で、生徒が興味を持って取り組めた教材の紹介を通し、今後の課題を含めての提案を行いたい。

2. 実践教材紹介

2.1 アナログ時計教材： VisualBasic で作成

見本となるソースコードには日本語の変数名を使用して(図1)、秒針のみ使用する限定機能で簡素化した。時計盤のデザインは各自のオリジナル画像を貼り付け、動作確認させた。

(学習目標)

- アルゴリズムをプログラムコードに書き直す段階で、描画ルーチンが、座標計算や、線描画、円描画の基本パーツから構成されることを理解する。
- 描画オブジェクトに最適な値を与えることで描画が完成すること理解する。
- ソースファイルの入力とコンパイラで実行ファイルを作って実行することで、OSのはたらきと、アプリケーションの違いを習得する。

```

Dim 秒針のペン As Pen
秒針のペン = New Pen(Color.Red, 5)
円周の座標計算(文字盤の中心X, 文字盤の中心Y, 秒針の長さ, (Second(TimeOfDay) - TimeSec) * 6, x1, y1)
g.DrawLine(秒針のペン, 文字盤の中心X, 文字盤の中心Y, x1, y1)
g.Dispose()
End Sub
  
```

図1. 秒針を描くVBコード

2.2 乱数によるπの値を求める実験をシミュレーションする： C#で作成

1~400の乱数を2個(x, y)同時に発生させて、400×400の正方形に点(x, y)を打つ。打点総数に対して、この正方形に内接する半径200の円内に打たれる点の確率を求める。この確率の4倍がπの値になる。(図2)

(学習目標)

- シミュレーションでは乱数が重要なはたらきをしていることを理解する。
- 簡単なアルゴリズムで、コンピュータ画面に計算点がリアルタイムで表示されることで、CPUのはたらきを直感する。
- 統計処理なので回数を多くすれば、小数点以下4桁程度の精度でもπの値が得られることを確信する。

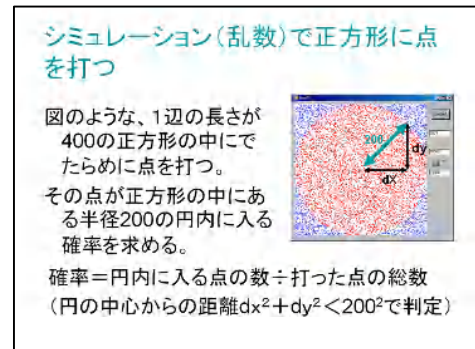


図2. 乱数で正方形内に点を打つ

2.3 2進数の加算を行うAND・OR複合回路をシミュレーションする：エクセル使用

A	B	C	D	E	F
11					
12					
13					
14	次の論理回路のはたらきは				
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24	A	B	C	D	X
25	0	0	FALSE	TRUE	FALSE
26	1	0			
27	0	1			
28	1	1			

図3. 2進数加算のエクセルシート

論理回路としては、AND・OR・NOT回路を学習する。これらの回路を組み合わせた1桁の2進数2個の和を求める加算回路の動作をエクセル関数を利用して、シミュレーションする。(図3) 入力A, Bによる、2進数加算の結果Xを表にする。

(学習目標)

- 論理型のエクセル関数を使うことで、コンピュータは数値計算だけでなく、論理回路をシミュレーションできることを理解する。
- CPU内部で行われている2進数の計算が、論理回路の組み合わせでできることを体感する。
- 発展学習として桁上げ処理を含む一般の2進数加算回路について考察する。

2.4 論理演算による問題解決シミュレーション：エクセル使用

昔からあるパズル問題である。A、B、Cの3人がいて、正直者は本当のことを言い、うそつきは必ずうそを言う。3人の証言から、誰がうそつきかを見つける問題である。すべての場合を調べつくせば解が求まる。(図4)

ルール	正直者は本当のことを言う うそつきはうそを言う					
A	Bはうそつきである					
B	Cはうそつきである					
C	AまたはBは正直である					
個人の判定	証言の判定			結果		
A	B	C	A	B	C	結果
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE
TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE

図4. パズル問題を論理演算で解く

(学習目標)

- 論理的な問題も論理式に作り直せば、コンピュータを使った機械的方法で正解が得られることを理解する。
- すべての場合分けが可能なら、正解があるかどうかを含めて論理計算ができることを理解する。

2.5 確率計算による問題解決シミュレーション：エクセル使用

1990年モンティ・ホール問題 (NHK 試して合点で放送) のシミュレーション (図5) (図6)

ABCの3個の箱に当たりが1個

・問題
箱を1個選んでもらいその箱(A)を開ける前に、主催者は**当たりでない箱(B)を開けます**。その後、選んだ箱(A)を開ける前に、まだ開けていない箱(C)に**変更してもよい**と伝えます。

・あなたは どうしますか。
箱Aを変えないで開ける。 箱Cに変更して開ける。

図5. モンティ・ホール問題

	A	B	C	D	E	F	G	H
	No	当たりの箱	A箱1の中	箱2の中	箱3の中	B開ける箱	C変えてよい箱	変えたときのあたり
1								
2	1	1	1	0	0	2	3	0
3	2	3	0	0	1	2	3	1
4	3	2	0	1	0	3	2	1
5	4	2	0	1	0	3	2	1
6	5	1	1	0	0	2	3	0
7	6	1	1	0	0	2	3	0
8	7	1	1	0	0	2	3	0

図6. モンティ・ホール問題を解くシート

2.6 郵便番号のデータベース実習：アクセス利用

比較的大きな実用データベースである郵便番号簿のデータ (図7) を利用する。県内データベースでも十分に興味あるデータベース検索実習ができるが、生徒用コンピュータの能力でも全国版郵便番号データベース実習をしても、それほど大きな負荷でなく動作可能である。

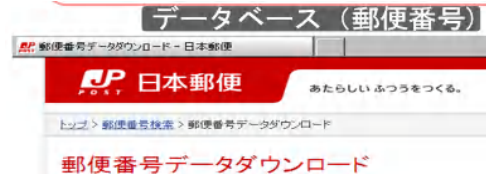


図7. 郵便番号のデータベース

2.7 画像データベース実習：アクセス利用

人間の顔をデータベース実習に利用すると、興味関心が高くなる。しかし最近では、生徒の顔画像や名簿が、個人情報の観点から教材として使えない。そこでデータ数は少ないが付属のサンプル画像を利用した。そのままでは、郵便番号データベースの住所録データベースにしかないので、生徒個人が持ち込んだ図書の表紙を各自のWebカメラで取り込んでオリジナル図書館データベースを作成した。(図8) この蔵書データと住所録データベースとを結びつけて、図書館をシミュレーションできる本の貸出システムを作成した。(図9) 4人で1チームを構成して、各自の貸出システムを連結して、4台のパソコンで1つの蔵書データベースを共有し、より実用に近いチームワークでデータベースシステムの構築を試みた。



図8. Webカメラ使用のデータベース作り

(学習目標)

- チームワークで取り組み、よりよいシステムができるようにアイデアを出し合うことで、多面的に考える力を育てる。
- クラス全員で機能やデザインを相互評価することで、評価の客観性向上に努める。
- 製作過程や各班のデータベースの特徴などは、パワーポイントを使ったプレゼンテーションを実施することで、製作過程の総括や自己評価をする。

```
Private Sub 図書 ID_Click()
Forms("貸し出しクエリ").Controls.Item("図書番号") = Me.図書 ID.Value
End Sub
```

図9. 図書館データベースのVBAマクロ

2.8 ネットワークデータベースの例としてオンラインバンキングのシミュレーション

銀行機能をもつデータベースをサーバーに用意し、クライアント機能をもった銀行端末機のシミュレーションを作成し、運用を試みた。(図10)

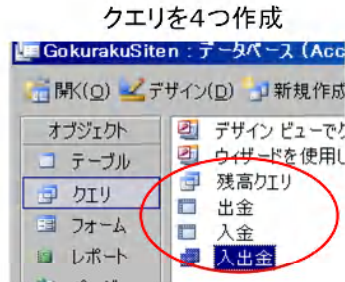


図10. 預貯金のデータベース

(学習目標)

- 預貯金の払い戻し、預金機能に必要なデータベースで保持するデータについて考える。
- セキュリティ機能が必要なことを理解する。ただし、実現には高度なスキルが必要なのが課題。

2.9 画像表示アルゴリズム：C#で作成

同時に4つのオリジナル画像を表示するアプリケーションを製作した。4つの画像の内容は変更させないで、コンピュータ画面で表示する位置を順番に回転移動させるアプリを作成した。(図11)

(学習目標)

数値アルゴリズムのスワップ(変数AとBの値交換に一時メモリが必要)と同様に、4つの画像を移動させるには、一時的に保管する5個目の画像変数が必要なことを理解する。

```
// 画像1を画像2へ、画像4を画像3へ複写する
private void button1_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    pictureBox2.Image = pictureBox1.Image;
    pictureBox3.Image = pictureBox4.Image;
}
```

図11. 元画像を、別画像位置へ複写する。

```
private void ChangeColor(int X,int Y,Color NewColor,Color OldColor,int iWidth, int iHeight)
{
    Color C1;
    bool swUP,swDOWN,swLEFT,swRIGHT,sw;
    sw=false; swUP=false; swDOWN=false; swLEFT=false; swRIGHT=false;
    // (ここに左右下部のピクセルの色を変換するコード記述。以下8行は上部のピクセル変換コード)
    if(Y-1>0)
    {
        C1=Bitmap2.GetPixel(X,Y-1);
        if(C1==OldColor)
        {
            Bitmap2.SetPixel(X,Y-1,NewColor); swUP=true; sw=true;
        }
    }
    // (以下8行は左右上下のどこかに色変換した領域があれば、その領域のさらに周辺を検査し色変換を繰り返す)
    if(sw)
    {
        if(swRIGHT){ChangeColor(X+1, Y, NewColor, OldColor,iWidth, iHeight);}
        if(swLEFT){ChangeColor(X-1, Y, NewColor, OldColor,iWidth, iHeight);}
        if(swDOWN){ChangeColor(X, Y+1, NewColor, OldColor,iWidth, iHeight);}
        if(swUP){ChangeColor(X, Y-1, NewColor, OldColor,iWidth, iHeight);}
    }
}
```

図13. 再帰アルゴリズム：ChangeColorの中でChangeColorを呼び出す

2.10 画像認識アルゴリズム・色の置き換え：C#で作成

描画ソフト「ペイント」を使うと、256色のビットマップ画像から1つの色を選んで、別の色に置き換える操作ができる。同じ機能を実現するアルゴリズムを考える。プログラムコードは短い。(図12)

(学習目標)

- ビットマップ画像のピクセル単位のデータ処理が可能であることを学ぶ。
- 2次元データ処理には、2重の繰り返し文が必要であることを理解する。繰り返し制御変数x、yが、そのままピクセルの位置を示すことも理解する。

```
for (int y = 0; y < bitmap1.Height; y++)
{
    for (int x = 0; x < bitmap1.Width; x++)
    {
        XYC=bitmap1.GetPixel(x,y);
        if(XYC==XYC2)
        {
            bitmap1.SetPixel(x,y,XYC1);
        }
    }
}
```

図12. ピクセル単位の色変換

2.11 画像認識アルゴリズム・同じ色で塗られた連続領域を別色で塗りつぶす：C#で作成

ペイントで256色のビットマップ画像中の連続した1つの色領域を選んで、別の色で塗りつぶすアルゴリズムと同様な機能ができるだけ短いプログラムコードで実現した。再帰アルゴリズムを使用することで、コードは短くすることができた。(図13)

(学習目標)

- 再帰アルゴリズムの理解は、視覚的・直感的とする。(図14)
- プログラムコードを実行させることで、連続領域が4方向に、ほぼ塗りつぶすことを確認する。
- 斜め方向に一部空白ができるので、疑問をもつ生徒は、その解消を発展課題として取り組む。

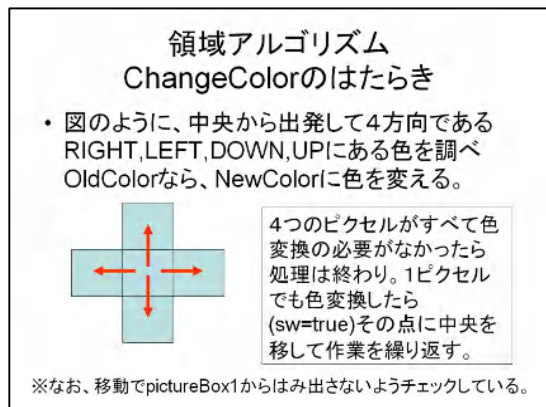


図14. 再帰アルゴリズムの説明図

3. 開発中の画像認識アルゴリズム教材

3.1 手製マークシート読み取り：C#で作成

マークシート用紙を、普通印刷で作成する。回答済みの用紙を、スキャナーで読み取り、マークされた位置をデジタルデータとして取得するアルゴリズムを考案する。

(学習目標)

(図15)のように、マーク用紙を、縦横それぞれに濃度分布を統計処理できることを理解する。その結果をヒストグラムにすることで、マークされた座標を取得できる。各マーク位置の濃度が、未記入用紙に比べて有意な濃度変化があれば、マークが認識されたことになる。処理速度向上のために画素を間引いても、結果が変わらないことに気づく。

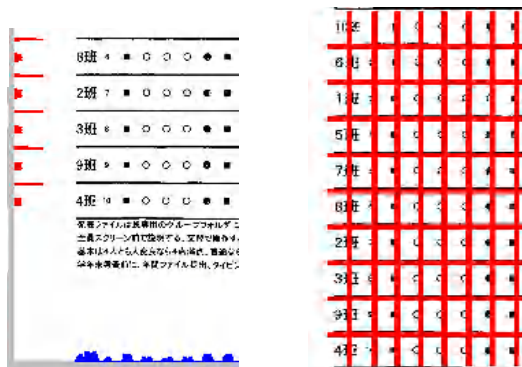


図15. オリジナルマークシートの画像処理

3.2 運転席から見たビデオ画像から、交差点の赤信号を判別するアルゴリズム：C#で作成

画像認識のアルゴリズム⁽¹⁾を使えば、連続した赤色の領域を特定することは可能である。赤色の大きさと形状が円に分布していることが判定できれば、赤信号が認識できる。交差点に近づくに連れて、赤信号の大きさが大きくなることが確認できれば完全である

4. まとめ

情報科学を発展させる上で、高校生段階でも、少し高いレベルの情報科学を視覚的に楽しく学習できる教材が多くあると思う。

理科教育で実験を重視していると同様に、情報教育を科学的に行うなら、初等的な問題でもよいから、プ

ログラミング教育を、アルゴリズム学習やシミュレーション・データベース学習と連携して、実験・実習的に学習する方法は有用である。

新教育課程の高等学校の情報教科書「情報の科学」でも最先端の情報の活用には触れても、基礎から科学的に教育していく体系がまだ確立できていない。プログラム言語の選択にも迷いが見られる。

1歩1歩、最低限のスキルを養成しながら、発達段階に適した教材を順次提供し、完了させていくスタイルをぜひ確立できるように、情報教育体系の研究を深めなければならないと考える。

その中で、画像認識は、日常生活で身近になっているので、情報教育の中で、ぜひ体系的に整備されていくことを期待したい。また、プライバシー・セキュリティ問題として、倫理的に検討されるべき課題でもある。教材として手製マークシートや、自動採点・集計ツール等、応用は様々ある。

また、画像データベース検索では、画像認識機能の標準化が必要となる。人の画像なら、性別、年齢等ぐらいは自動識別できる方法が標準化できるとよい。

画像認識の応用は、初等教育段階では、(文献1)の程度であるが、(文献2)のようなユニークな発想もあるので、今後の普及が望まれる。

アルゴリズム学習では、グラフィカルな教材が興味深い。6年前に開発を始めたときの、筆者の目標(名古屋市立高等学校・長期研修報告会)は(図16)だった。新教育課程の教育実践でも、おおきな修正は必要はないと考えている。

- アルゴリズム学習・グラフィカルな教材作成に必要なVisual Studio . NET 2003 Pro の修得
- (1)アルゴリズム学習はむづかしいが必要
- (2)視覚に訴える方が興味をもって取り組む
- (3)マクロVBAではビジュアルな作品は不可
- (4)将来に向けて、応用範囲はひろい
- (5)作品が動作する環境がひろい

図16. 平成18年度教科「情報」等研修報告会資料より

5. おわりに

本研究は、教材に集中して取り組んでくれた生徒諸君自身の学習成果でもある。教材が身近な、そして考える楽しさが味わえる題材であると、少しレベルの高い課題でもイメージしやすくなり、作品が完成するまで、音をあげずに取り組むことにつながったと感じている。

今後も彼らの10年先を予想しながら、今ある身近な教材を発展していくことで、情報教育の展望が開かれると確信している。

参考文献

- (1) 伊藤広司：画像認識アルゴリズムの教育現場での応用, 2010PC Conference 論文集, p369-370, CIEC, 2010
- (2) 鎌田洋：双方向授業を指向したWebカメラと画像処理を利用した簡便法, Computer&Education, Vol31, p74-77, CIEC, 2011