

2D/3D 融合型アニメーション作成システムの開発研究

ビジュアルコンピューティング研究室 08gmi06 浦辺一志

指導教員 高橋 時市郎

1. まえがき

映像コンテンツを制作する場合、監督やディレクターが書いた絵コンテを用いて、スタッフのイメージ共有を図ることが一般的である。しかし、近年の映像コンテンツは、3DCG など様々な技術の発展により、絵だけでは表現できない効果やカメラワークが多くある[1]。

このため、最近はディレクターが描いた絵コンテを元に、アニメーターが簡単に制作した 3DCG アニメーション、アニメティック[1]により、イメージの共有を図っている。アニメティックを用いることにより、絵コンテよりも明確に、完成した映像コンテンツのイメージをスタッフに伝えることができる。しかし、アニメティックの制作は、ディレクターのイメージを、アニメーターが簡易な 3DCG にしなければならない。そのため、両者の密なコミュニケーションが必要とされる。

本研究では、ディレクターが直接アニメティックを制作できるような簡便なシステム制作を目指している。このシステムでアニメティックを制作することにより、映像制作スタッフ間で、円滑にイメージを共用できるようになると期待される。

2. 開発システムの概要

2.1. システム構成

我々が開発しているシステムは、図1のように、アニメーションを編集するためのオーサリングツールと、アニメーションを再生するためのプレイヤーの二つのモジュールに分かれている。

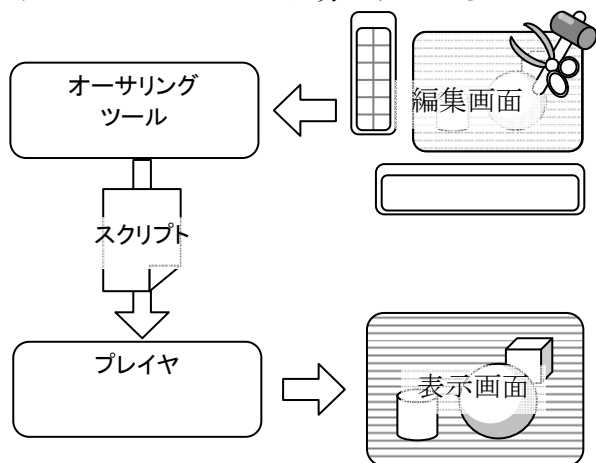


図2. システム概要

オーサリングツールは、ユーザの操作を入力とし、アニメーションのシナリオがテキスト形式で書かれたスクリプトファイルを出力する。プレイヤは、オーサリングツールで作成されたスクリプトを入力とし、簡易な 3DCG アニメーションを表示する[2]。

3. オーサリングツール

ユーザは、オーサリングツール上で 3D 空間上にオブジェクトを配置し、デジタル絵コンテを作成する。次に、作成されたデジタル絵コンテに、カメラの位置や注目点の動きをスケッチ入力する。オーサリングツールでは、書き込まれた矢印や矩形により、3D 空間におけるカメラ動作を推測し、スクリプトにカメラの制御を行う適切なコマンドを出力する。

3.1. スケッチ入力によるカメラ制御

ここでは、本ツールでカメラの動きの中で最も代表的な、パン、ティルト、トラックアップ・トラックバックを、スケッチ入力により表現するかについて述べる。

3.1.1. パン・ティルト

カメラの位置を変えずに、注目点を水平方向に移動させるようなカメラの制御方法をパンといい、垂直方向に移動させるようなカメラの制御方法をティルトという。この場合、カメラの位置は変わらずに注目点だけが移動する。

絵コンテではパン・ティルトを矢印によって表現することが多い。本システムでも、スケッチ入力により矢印を描くことで、パン・ティルトを表現することが可能である。

パンを行うようにカメラを制御したい場合、まず、パン・ティルトモードを選択する。次に、例えば図2(a)に示すように、スケッチ入力で横向きの矢印を描く。ストロークを書き始めた位置をカメラの最初の注視点とし、ストロークの終点までパンを行う。

3.1.2. トラックアップ・トラックバック

注目している点に、カメラを近づける制御方法をトラックアップといい、注目している点からカメラを遠ざける制御方法をトラックバックという。このようなカメラ移動をスケッチ入力により指定する機能について述べる。

絵コンテでは、トラックアップ、トラックバックを矩形と矢印によって表現することが多い。本システムでも、スケッチ入力により矩形を描いた後、画面の頂点と矩形の頂点とを矢印で結ぶことにより、トラックアップ、トラックバックを指定するインタフェースを用意している。

具体的には、ある視点から、矩形で囲んだ範囲にトラックアップしたい場合、先ず、トラックアップ・トラックバックモードを選択する。次に、図3(a)のように、矩形と矢印をスケッチ入力する。描いた矩形の四隅が、トラックアップ、トラックバック後、画面の四隅に重なるようにカメラを制御することで、トラックアップを表現する。

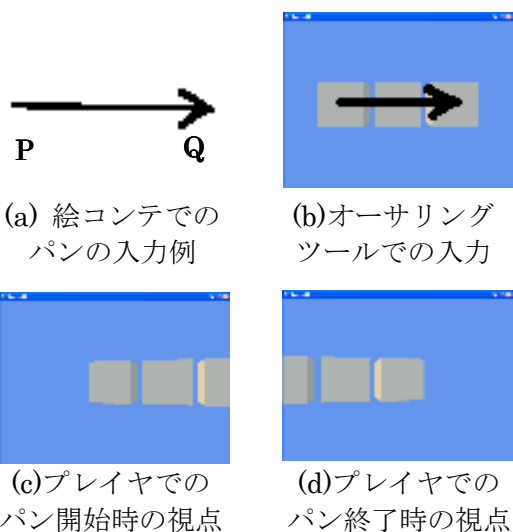


図2. スケッチ入力によるパン制御

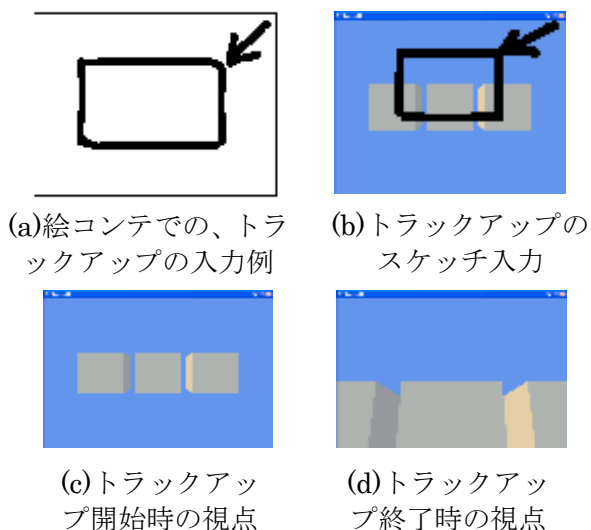


図3. スケッチ入力によるトラック

4. スクリプト

オーサリングツールで作成されたスクリプトには、アニメーションの各種設定や文字、モデルな

どを表示するコマンド等が記述されている。以下に、カメラ操作に関するコマンドを二つ示す。

① MoveViewPosition :

カメラの位置を移動させるコマンドである。カメラの移動開始点と終点を結ぶ直線に沿ってカメラを移動させる。このとき、カメラの注視点は変わらない。

② MoveViewLookAt :

カメラの注視点を移動させるコマンドである。カメラの位置を変えずに、カメラの注視点を、その始点から終点へと直線的に変化させる。

オーサリングツールで、スケッチ入力によって3DCGカメラ制御を行った結果、カメラの動きに対応する上記二つのコマンド群が、スクリプトファイルへ出力される。ユーザはこれらのコマンドの存在を意識する必要はない。

5. プレイヤー

プレイヤーは、(1)アニメーションの内容を記述したテキスト形式のスクリプトファイル、(2)アニメーション内で使用するテクスチャなどの画像ファイル、(3)3Dオブジェクト、の三つを入力として、アニメーションを生成する。

本システムでは、XNAで利用可能な3Dオブジェクトや二次元画像といった資源を利用することが出来る。二次元画像は板状のモデルにマッピングされ表示される。このモデルの表と裏には、異なる画像をマッピングして表示することが可能である。

6. むすび

絵コンテを描くように、アニメティックを制作できるシステムの開発を進めている。

オーサリングツール上では、スケッチ入力によって、カメラの、パン、ティルト、トラックアップ、トラックバックを制御する手法について述べ、実際に、カメラ制御機能を実現した。

また、スクリプトを利用したアニメーションを表示するプレイヤーについて提案した。

参考文献

- [1] デジタルアニメ制作支援研究会監修, “プロフェッショナルのためのデジタルアニメマニュアル 2008 ～工程・知識・用語～”, 東京工科大学 片柳研究所 クリエイティブ・ラボ(2008).
- [2] 浦辺一志, 金澤功尚, 高橋時市郎: “簡易 3DCG アニメーション制作システムの開発”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 講演論文集, D-12-236 (2008).

CG による降雨情景表現の研究

Rendering and Animation of Rainfall using Billboards

ビジュアルコンピューティング研究室 08GMI26 松原 典子
指導教員 高橋 時市郎

1. まえがき

3DCG を用いて降雨情景を表現する手法は数多く研究されている[1][2][3]．より写実的な降雨情景を表現するためには，個々の雨滴に光の反射や透過を行う必要がある．そのため，リアルタイム性を求められるアプリケーションへの応用は難しい．本研究では，ビルボードを用いた降雨情景表現の手法に加えて，水溜りの映り込みと波紋を考慮した，よりリアリティのある降雨情景をリアルタイムで表現することを目的とする．

2. 従来研究

吉田ら[1]は，予め複数個の雨滴の軌跡を 1 枚の画像に描画したテクスチャを用意しておく．そのテクスチャをビルボードにマッピングして表示する手法を提案した．

Garg ら[2]は，1 粒の雨滴テクスチャを，視点，光源位置，雨滴の物理モデルを基に生成した雨滴テクスチャデータベースから取り出し，ビルボードにマッピングして表示する手法を提案している．これらの手法は，ビルボードを用いることにより，降雨情景のレンダリングコストを抑えている．

しかしながら，吉田らの手法[1]では，降雨量が増えると，画面全体が明るくなってしまふ．これは，ビルボードにマッピングされている雨滴の軌跡を描いたテクスチャが白く輝度も高いためである．本来，降雨量が多ければ雨雲が多く，厚くなるため，天空光が弱くなり，全体的に暗くなるはずである．

本稿では，降雨によって生じる水溜りと，その水面に生じる波紋を表現することによって，より写実的な降雨情景の生成を目指す．

3. 降雨情景表現

3.1 雨滴テクスチャの生成

雨滴テクスチャには，Garg ら[2]によって開発された雨滴テクスチャ(図 1)を使用した．Garg らの雨滴テクスチャは，そのままの状態では，雨滴以外の画素に透過率が設定されていない．

そこで，透過率を設定した雨滴テクスチャを作成した(図 2)．

雨滴画像に透過率を設定したことにより，雨の透明感も表現することができる．

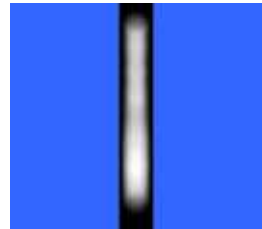


図 1 Garg らの雨滴
テクスチャ例[2]

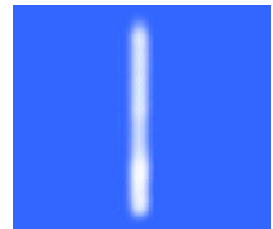


図 2 作成した
雨滴テクスチャ

3.2 ビルボードアニメーション

雨滴テクスチャがマッピングされたビルボードを，3D 空間上にランダムに配置し，鉛直下向きに等速で平行移動させることにより，雨滴が落下する様子を表現した．また，雨滴が地面の位置に到達したら，降り始めの位置に戻るよう設定することによって，雨滴が降り続けている様子を表現した．

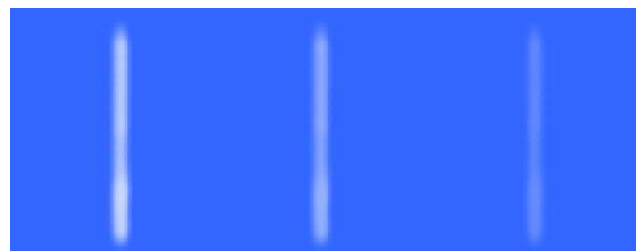
3.3 降雨パラメータの変更

キーボード操作により，雨滴の数，雨滴の降雨方向等の降雨パラメータを変更できるインタフェースを開発した．キーボードの「↑」と「↓」キーにより，雨滴の数を 1,000 ずつ増減させることができる．また，「←」と「→」キーにより，雨滴の降雨角度を ± 5 度ずつ変更させることができる．

3.4 かすみの表現

前節までの手法では，奥にある雨滴までもはっきり見えてしまふ．本来，奥にある雨滴は，光の散乱・減衰によってかすんで見えるはずである．そこで，かすみの効果を導入する．

XNA では，ビルボードにフォグを適用出来ないため，元の雨滴テクスチャと透過率の異なる雨滴テクスチャを 3 種類作成し，かすみの効果を実現することにした．図 2 の雨滴テクスチャの透過率を $3/4$ ， $1/2$ ， $1/4$ とした雨滴テクスチャを，図 3(a)～(c)に示す．



(a)図 2 の $3/4$ (b)図 2 の $1/2$ (c)図 2 の $1/4$

図 3. 透過率を変更した雨滴テクスチャ

カメラからの距離が遠くなるにつれて，雨滴テクスチャの透過率が低くなるように雨滴を配置する．かすみの表現を加えて，雨滴の数を 20,000，降雨角度を 30 度にして生成した降雨アニメーションの一例を図 4 に示す．



図 4．降雨アニメーションの一例

4．水溜りと波紋の表現

4.1 水溜りの生成

水溜りの実写画像から，水溜り部分のみを抽出して，水溜りのテクスチャを作成した．このテクスチャをポリゴンにマッピングして，水溜りモデルとした．水溜りモデルは地面上に配置する．また，水溜りの水面部分のみに映り込みを生じるように，マスク画像を用意する．

水溜りへの映り込みを表現するために Beam Tracing [4]を用いた．Beam Tracing により，水溜りへの映り込みをリアルタイムで表現することが出来た．図 5 に示すように，地面に生じた水溜りに家屋が映り込んでいる．



図 5．家屋の映り込んだ水溜りの生成例

4.2 雨滴により水溜りに生じる波紋の表現

4.2.1 波紋ビルボード

水面に生じる波紋を描いたテクスチャ（波紋テクスチャと呼ぶ）を作成する（図 6）．波紋テクスチャは，水面が見えるように半透明にしておく．波紋テクスチャをマッピングしたビルボードを波紋ビルボードと呼ぶ．



図 6 波紋テクスチャの例

4.2.2 波紋アニメーション

雨滴が水溜りに当たった瞬間を検出して，水溜りの水面より下に配置しておいた波紋ビルボードを，水溜りの水面より上に移動させ，波紋を表現する．次に，波紋が広がっていく様子を表現するために，波紋ビルボードを水溜りの大きさにまで拡大する．拡大した後，波紋ビルボードを，再び水溜りの水面の下に移動させながら，フェードアウトし，波紋が消滅する様子を表現する．この一連の動きを雨滴が水たまりに当たる度に行う．

波紋が生じた水溜りの様子を図 7 に示す．



図 7 波紋が生じた水溜りの生成例

5．むすび

先に提案した降雨情景表現手法[3]に加えて，水溜りを考慮することによって，よりリアリティのある降雨情景を表現することが出来た．水溜りへの周囲の物体の映り込みと，雨滴が衝突した際に水溜りの水面に発生する波紋を表現した．

今後は，降雨の強弱により変化する波紋の動き，雨滴がはねる様子について検討を進めて行く．

参考文献

- [1] 吉田有希，土橋宜典，山本強，“ビルボードを用いた効率的な降雨シーンのレンダリング手法,” FIT2006 第 5 回情報科学技術フォーラム, J-005, pp.199-200 (2006).
- [2] Kshitiz Garg, Shree K. Nayar, “Photorealistic rendering of rain streaks,” ACM Transactions on Graphics (TOG), ACM SIGGRAPH 2006 Papers, Volume 25, Issue 3, pp.996-1002 (2006)
- [3] 松原典子，田口博之，森谷友昭，高橋時市郎，“ビルボードによる降雨情景表現手法の検討”，平成 19 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 講演論文集，D-11-155 (2008).
- [4] P. Heckbert, P. Hanrahan, “Beam Tracing Polygonal Objects”, Computer Graphics (Proc. ACM SIGGRAPH '84), Vol.18, No.3, pp.119-127 (1984).

CG による稲妻表現の研究

ビジュアルコンピューティング研究室 O8GMI18 高橋 健太郎

指導教員 高橋 時市郎

1. まえがき

自然現象の一つである落雷は、印象的な外観と音から、ゲームや映画などで、場面を効果的に見せるためにしばしば用いられる。Kim ら[1]は、物理モデルを用いて稲妻の形状を生成している。実物に近い稲妻の形状を生成することができるが、シミュレーションに長大な時間がかかる弱点がある。Reed ら[2]は、乱数で稲妻の形状を生成している。物理シミュレーションを用いずに様々な形状を得ることができるが、実際の稲妻にはない形状を生成することがある。

土橋ら[4]は、大気散乱を考慮した点光源を用いて、雲内放電を初めてシミュレーションした。しかし、リアルタイムでレンダリングすることができない。

本稿では稲妻の実写画像を基に、リアルタイムで稲妻と雲内放電とを生成する手法を提案する。

まず、稲妻の実写画像から放電経路を抽出した後、閃光処理を行い、最終的な稲妻画像とし、これをビルボードにマッピングする[3]。この手法は、稲妻の実写画像を基に稲妻の形状を生成するため、実物と同じような形状の稲妻の形状を生成できる。また、物理的な計算を省いているため、生成処理が速いという利点がある。この手法はまた、雲内放電を表現するのに応用することも可能である。

次に、雲内放電を表現するために必要な雷雲を、雲のテクスチャをマッピングしたビルボードを多数用いることで表現する。先の稲妻画像の生成過程で得た閃光画像を、雲内放電のビルボードとして用いて、雷雲内の放電と稲妻のアニメーションを生成することができた。

2. 稲妻画像の生成

本章では、既に提案した稲妻画像の生成方法[3]について述べる。まず、稲妻の実写画像から放電経路画像を抽出する。放電経路とは、落雷時の電流が流れる経路であり、最も強く発光する主経路と、そこから分岐して弱く細く発光する分岐経路から構成される。次に、放電に伴う閃光を表現するために、実写画像をベースに、閃光現象を分析する。その結果を踏まえて、主経路画像に閃光をレンダリングする。この画像を稲妻画像とし、落雷を表現する。

2.1 放電経路画像の抽出

稲妻を撮影した原画像（図 1(a)）をある閾値で 2 値化する。2 値画像をマスク画像として用い、

原画像との積を求めることで、放電経路画像（図 1(b)）を抽出する。輝度の異なる主経路と分岐経路は、閃光のレンダリング時に分離している必要がある。そこで、放電経路画像で経路幅がある画素以上の経路を主経路、それ以外を分岐経路と分類する。

2.2 閃光のレンダリング

閃光のレンダリング方程式を実写画像から得るために、主経路の閃光の分析を行った。原画像上で、主経路に直交し、かつ分岐経路と交差しないように、直線分を引く。直線分上の画素の輝度値は主経路で最大値をとり、主経路から離れるに連れて値が小さくなる。

各直線分上の輝度値の最大値が 255、主経路の中心位置が原点となるように、輝度値の分布を正規化した。画像 1 枚当たり 5 本の直線分を引き、30 枚の実写画像から、主経路からの距離によって減する輝度値の平均値を求めた。

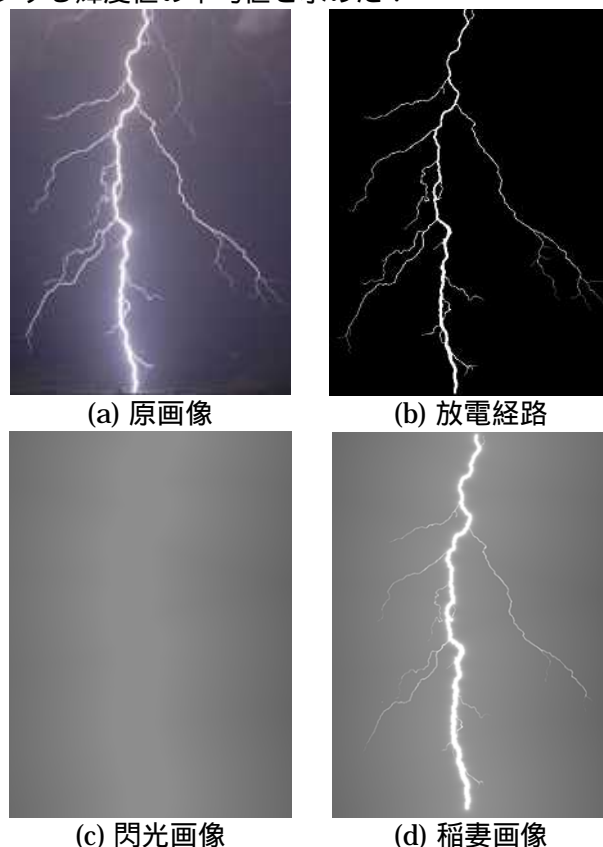


図 1. 稲妻画像の生成

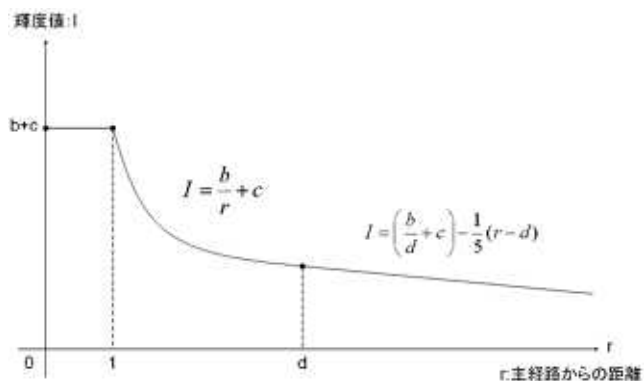


図 2. 主経路からの距離による輝度値の分布

輝度値の変化を図 2 に示す．この図から，閃光がその主経路から距離 r 離れた点の輝度値 $I(r)$ は式 (1) で与えられることがわかった．ここで，定数 $b \sim d$ は図 2 から求めた．

$$I(r) = \begin{cases} \frac{b}{r} + c & (1 < r < d) \\ \left(\frac{b}{d} + c\right) - \frac{1}{5}(r-d) & (d \leq r) \end{cases} \quad (1)$$

式(1)にしたがって，閃光をレンダリングした結果を図 1(c)に示す．閃光のレンダリング結果に，主経路画像と分岐経路画像とを合成し，図 1(d)のような稲妻画像を得る．最終的に 30 枚の実写画像から稲妻画像を生成した．

3. 雷雲と雲内放電画像の生成

3.1 雷雲の表現

実写画像から，雲部分を手動で抽出し，これを雲テクスチャとする．雲テクスチャをマッピングしたビルボード（雲ビルボード）を複数枚配置し，雷雲を構成する．各雲ビルボードは，ブレンディングを行う際に，奥行きが重ならないように配置する．

3.2 雲内放電

雲内放電を表現するために，前節 3.1 で用意した雷雲に，2.2 節の閃光画像（図 1(e)）を組み合わせて用いる．つまり，閃光のみの画像を雲内放電画像とする．これは，雲内放電と稲妻の発生原理が似ていること，雲内放電自体を撮影した画像を得ることが困難であるためである．

雲内放電画像をマッピングしたビルボード（雲内放電ビルボード）を，雲ビルボードで表現した雷雲内に，ランダムに，しかし雲ビルボードと奥行きが重ならないように配置する．

4. 稲妻と雲内放電のアニメーション

稲妻画像をマッピングしたビルボードと雲内放電ビルボードに，発生時の点滅や，消滅時のフェードアウトなどのアニメーション機能を付加し，

稲妻と雲内放電のアニメーションを作成した(図 3)．点滅はビルボードが 0.1 秒間ずつ表示と非表示が繰り返される．フェードアウトは 0.14 秒間で行われるように設定した．これらのアニメーションの設定は，映画やゲームなどの演出を参考に定めた．

アニメーション表示は，Intel Core2 Duo (2.66GHz) CPU，メモリ 2 GB，NVIDIA GeForce 8800 GTX の PC を使用した．描画速度は約 60FPS であった．

5. むすび

稲妻の実写画像から，3DCG アニメーションで用いる稲妻画像と雲内放電画像を生成した．生成した各画像をビルボードにマッピングし，稲妻と雲内放電のリアルタイムアニメーションを実現可能とした．雲内放電の発生源である雷雲は，雲の実写画像からテクスチャを作成し，これをマッピングしたビルボードを複数枚配置することで表現した．ビルボードを用いた本手法は，リアルな稲妻と雲内放電をリアルタイムでレンダリングすることができる．

今回は，稲妻や雲内放電の発光による，周囲の物体への輻射を考慮していない．今後，稲妻と雲内放電に光源としての機能の追加を行う．また，雷鳴についての検討も進めていく．

参考文献

- [1] T. Kim, M. C. Lin, "Physically Based Animation and Rendering of Lightning", Proc. of Pacific Graphics 2004, pp.267-275 (2004).
- [2] T. Reed, B. Wyvill, "Visual Simulation of Lightning", Proc. of ACM SIGGRAPH'94, pp.359-364 (1994).
- [3] 高橋健太郎，高橋時市郎，"実写画像に基づく稲妻画像の生成"，第十三回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会講演論文集，講演番号 D-11-157, p.157 (2008).
- [4] Y. Dobashi, T. Yamamoto, T. Nishita, "Efficient Rendering of Lightning Taking into Account Scattering Effects due to Clouds and Atmospheric Particles", Proc. of Pacific Graphics, pp.390-399 (2001).



図 3. 稲妻の生成画像

ウイグル文字構造を考慮したウイグル文字のベクトル化に関する研究

コンピュータグラフィックス研究室 08GMI05 イリヤル・マテニヤズ

指導教員 齊藤 剛 教授

1. はじめに

近年、コンピュータ技術の飛躍的な発展によって情報インフラが急速に成長し、図書館をとりまく環境も大きく変化してきた。図書館としての機能はいくつかあるが文化財の保存と公開も大きい機能の1つである。ウイグル図書館には過去に書かれた文化的価値の高い重要な文章も多く保管されている。それらの整理・公開のためのデジタル化は望まれている。

本研究は、紙に書かれたウイグル文章をビットマップとして読み込み、ウイグル文字の文字構造を考慮し、ベクトル化を行い、それがどのように書かれるのかを考慮した上でストロークデータとして保存する。これにより、拡大や変形が可能となるばかりか、書き手の癖などを把握できるようになる。本稿では、書かれた文章を画像として取り込み、そのベクトル化について述べる。

2. ウイグル語とは

ウイグル語は中国・新疆ウイグル自治区の主体民族、ウイグル人の言語である。アラビア文字をベースにしているウイグル語（ウイグル・ティリ、**ئۇيغۇر تىلى**，Uyghur tili）は全部で 32 の文字で表される、文字の殆どは曲線形状であり、右から左に向かって書くという特徴がある。

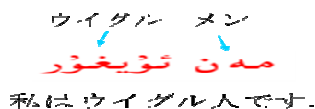


図1 ウイグル語の例

3. 実行手順と提案手法

本手法では、書かれた文章をスキャナーと読み取り、細線化を施したのちにストローク化を行う。これは、書かれた紙が様々な状態であるためである。

3.1 画像の読み込み

先ず、紙に書かれたウイグル文章をビットマップ画像として読み込む。



(a) 紙に書かれたウイグル文章 (b) ビットマップ画像

図2 画像の読み込みの実行結果

3.2 グレースケール化

続いてビットマップ画像をグレースケール化する。画像の RGB 表色系から YIQ 表色系へ変換を次式で行う。その式のうち、Y が明度に対応している。すなわち、Y 成分だけの信号によりカラー画像からグレースケール画像への変換が可能である。



図3 グレースケール化の実行結果

3.3 2値化処理

グレースケール画像のヒストグラムから2値化のための閾値を決定し、そのあたいで2値化処理する。



図4 2値化処理の実行結果

3.4 2値化画像を細線化

本研究では、書かれた文字は、中心線のストロークデータとして表現する。中心線を求めるために、細線化処理を施す。細線化の基本的は、画像の連結性を損なうこ

となく、線幅1になるまで画素細めることである。具体的な処理の流れは画像走査を行い、削除しても連結性を損なわないと判断された画素を削る、という処理を線幅1になるまで繰り返すことで行う。

本研究ではHildtchのアルゴリズムを利用して、画像の細線化を行う。

それぞれのプログラムの処理結果を以下図に示す。



図5 細線化処理の実行結果

3.5 ストロークの抽出

細線化した画像を走査しストローク化する。まず、3つの大域的な特徴点を抽出する。

1. 端点: 連結する画素数が1である点。ストロークの開始または終了、および、「なぞり」の折り返しとなる。
2. 3分岐点: 連結する画素数が3の点。ウイグル文字の特徴である「なぞり」の開始となる。
3. 4分岐点: 連結する画素数が4の点。これは異なるストロークの交点である。

これらのいずれにも属さない画素は連結する画素数が2の画素であり、ストローク上の「通過点」である。

以下にこれらの例を示す。



図6 入力画像

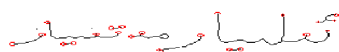


図7 細線化処理画像の端点



図8 細線化処理画像の分岐点

これらを抽出したのち、局所的に画素の走査を行う。ウイグル文章の場合、書き出しは、右下の端点のみである。この点から「通過点」を「通過点」以外が現れるまで、隣接画素をスキャンする。

3分岐点からは、その一方のストロークが「なぞられて」書かれる。したがって、その点から端点まで走査し、逆方向に3分岐まで戻る。

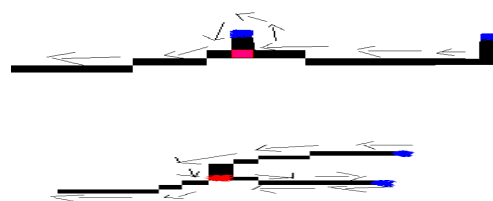


図9 3分岐点の例

4分岐点は交差している点である。その点に到達した方向を延長する方向に走査を進める。別のストロークと交差するか、または、閉ループを形成し、この点に戻るかのいずれかである。

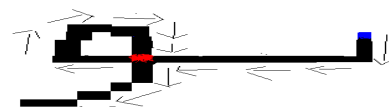


図10 4分岐点の例

4. 本手法の特徴

本手法には、以下のような特徴があげられる。

- 1) 拡大、縮小ができる。
- 2) データ圧縮ができる。
- 3) 「手書き」文字を効率よく保存できる。
- 4) 過去に書かれた文字・文章を確実に保存できる。
- 5) 書き手の「癖」をそのまま保存できる。

5. おわりに

紙に書かれたウイグル文章をビットマップとして読み込み、決定した閾値から2値化処理を行う。細線化の画像のベクトル化を示した。

今後はウイグル文字の文字構造を考え、過去に書かれた文字・文章が確実に保存できる手法の検討を行う。また、効率のいい構造の定義についても検討を行う。

A model for Interoperability among Authentication Systems

汎用認証に関わる相互運用性のモデル

全体輪講予稿2009/04/22

応用情報工学研究室

アヒメット・タラット (08GMI01)
指導教員 安田 浩 教授

Abstract—Security researches are increasing rapidly and the majority of studies focus on authentication methods only. However, we find the importance of interoperability that contributes to the society as whole.

Keywords:;formatting;style;styling;authentication;Registration;

I. INTRODUCTION

Authentication is a mandatory building block for security of the society. Currently, public service providers such as governments, banks, web shops and so forth provide authentication functionality individually and independently, and this causes multiple serious problems. For example, from the providers' point of view, provision of authentication functionality imposes investment on implementation and administration of systems for the purpose. In particular, biometric authentication requires distributing detection devices to places where authentication takes place. From customers' point of view, they are required to register identification information such as passwords and finger prints to multiple entities. This could be a serious threat to security of authentication, since the likelihood of leakage of the identification information should be proportional to the number of entities to which the user has registered it.

In this paper, we see that establishment of interoperability among multiple authentication systems operated by different entities can be a solution to this problem. Since current authentication methods do not provide interoperability, it is crucial to meet the need of interoperability among authentication methods.

II. ADVANTAGES OF INTEROPERABILITY

A. Players

By interoperability, we mean that *service providers* (SPs) take advantage of results authentication procedures performed by *identity providers* (IdPs). An IdP retains identity information of users and performs authentication procedures. On the other hand, an SP owns service resources and provides users with conditional access to the resources. In the reality, most of the existing SPs play the role of IdP by themselves, and run their own authentication systems only for their use. In order to solve the problems of authentication including those stated in Section I, we should assume that SPs and IdPs are independent of and communicate with each other. In addition to SPs and IdPs, we introduce the third independent

player, namely *authentication agents* (AAs). An AA is an entity that provides interfaces for authentication to users. An existing example of AAs is the companies that operate ATM placed in convenience stores in Japan. Such companies have contracts with multiple banks, and customers of the banks can deposit and withdraw money using the ATMs.

B. Advantages of Interoperability

Interoperability by the aforementioned model provides the following advantages.

1) Improvement of Security for Identity Information

The user can have his identity information registered in the most trustworthy IdP, instead of putting his identity information in multiple SPs. This reduces the possibility of information leakage to unauthorized third parties.

2) Reduction of Users' Costs

There are three types of users' costs: registration costs, authentication costs, and management costs. However, the authentication platform can reduce the registration costs by managing identity information in one place. It is also possible to reduce the authentication costs by achieving a Single-Sign On environment where it is only one time that users need to be authenticated by an IdP. It also can reduce management costs by lessening identity information for authentication.

3) Reduction of Service Providers' Costs

Because IdPs and AAs cooperatively perform authentication on behalf of SPs, SPs do not have to own their authentication systems, and do not owe investment to construct and expense to maintain authentication systems. Furthermore, SPs are released from the burden to keep customers identification information secure.

C. Important Functionality for Interoperability

A platform to realize the interoperability must support the following functionality.

1) Common Measures for Assessing Security Levels

Although SPs have no control over authentication processes, they must know the security levels of authentication performed by IdPs and AAs. For SPs to evaluate the security levels of multiple IdPs and AAs, common measures of security levels should be determined and publicized. Therefore, the measures must cover at least the following factors of authentication.

- Registration procedures (e.g. Evidence of identity, Background investigation)
- Authentication technology (e.g. PKI, Biometrics, Password)
- Security of stored identity information (e.g. Tamper-resistant module)
- Auditing procedures (e.g. Certificate Scheme)

2) Trust among players

From the SP's point of view, all of IdPs and AAs are not necessarily trustworthy. In the open environment, however, an SP is likely to receive information informing authentication results by those IdPs and AAs that was unknown to the SP. Thus, the SP has to not only verify the alleged security levels of the received information but also determine whether or not their claims are trustworthy. For this purpose,

III. SAML AND ITS PROBLEMS

SAML specifies a protocol where an identity provider issues assertions with a persistent name identifier regarding a particular Principal to the service provider. The credibility of the assertion is open to doubt unless there are agreements outside of SAML between IdP and SP. Therefore, it is necessary to place a scheme that can confirm the credibility of information about authentication circumstances at the time that SPs receive it from IdPs.

IV. OUR MODEL FOR INTEROPERABILITY

This section is devoted to a brief description of the interoperability model that we propose in this paper. This model defines three important phases named Registration Phase, Authentication Phase, and Entitlement Phase (Figure 1).

A. Registration Phase

In this phase, the user (Claimant) registers his/her identity to an IdP that he/she voluntarily selects. The IdP verifies that his/her claimed identity is correct according to its registration policies. As a result of the registration procedures, the Claimant acquires authorized *token* and the IdP does *reference*. Examples of the pair (token, reference) are (private key, public key), (token device such as SecureID, account on server), (finger print, template) and so force.

B. Authentication Phase

In Authentication Phase, the Claimant accesses interfaces provided by AAs to prove his/her identity. The Claimant generates *identity proof* from his/her token, and sends it to the AAs. The proof can be a password, a digital signature, an output of the token device, a scanned image of the registered finger prints and so forth. On receipt of the proof, the AAs either verify it based on reference that the AAs have received from the IdPs or transfer it to the IdPs, who verify it. The result of the verification is included data named *endorsement* and issued to the Claimant.

In addition to the verification result, the endorsement includes information regarding the security levels of the authentication event described according to the common

measures (2.C.1), and also is signed by the AA and/or the IdP involved in the event. To verify the signature, *certificate* of the AA and/or IdP is accompanied by the endorsement. The certificate is associated with the policies of its issuer, and the policy describes trustworthiness of the AA and/or IdP.

C. Entitlement Phase

In Entitlement Phase, the Claimant presents the endorsement and the certificate that he/she has received in Authentication Phase to SPs, who at least verify: the authentication procedure was completed successful; the alleged security level of the authentication supports the requirements of the SPs; the involved AA and/or IdP are trustworthy; the information included in the endorsement and the certificate is not subject to tampering; and the endorsement is fresh.

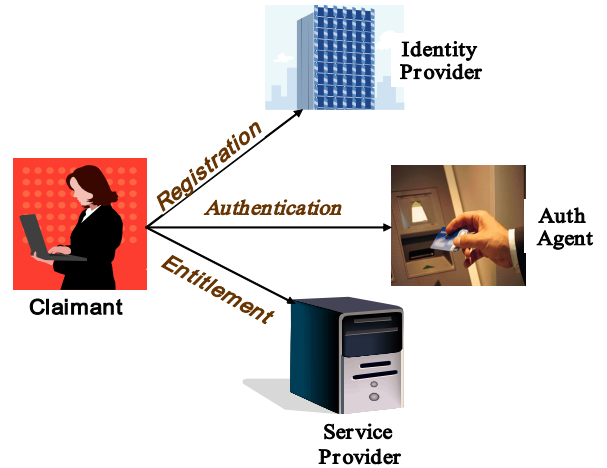


Figure 1

V. IMPLEMENTATION AND FUTURE WORK

We have made a list of detailed requirements for the data generated and exchanged among the players, that is, *token*, *reference*, *endorsement* and *certificate*. The requirements include what information items should be described in the data in what way. As a next step, we have started the task to define an XML schema to encode the data. Finally, we will develop prototypes of the SP, IdP and AA systems that cooperate with each other based on the XML-encoded data.

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529-551, April 1955. (references)
- [2] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [4] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, p. 301, 1982].
- [7] The BioAPI Consortium, BioAPI Specification Version 1.1, 2001.