

雲と背景のコンテンツベース検索と柔軟な合成による 空の画像作成システム

三谷 隆暢 大野 義夫 藤代 一成

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科

1 背景と概要

CG 作品や実写の映画撮影といった映像制作において、空の画像が一部または全体に使われる場面はきわめて多い。本研究では、空の画像を含む映像制作の助けとなる空の画像作成システム『COSMIC SKY (Content-based Search and Multiple Image Composition for SKY background generation)』を提案する。ユーザは、属性やスケッチに基づくコンテンツベース検索により、希望する雲や背景（太陽を含む雲のない空の画像）、月を個別に見つけた後、それらの複数の画像を柔軟に合成することで空の画像を作成することができる。

2 先行研究の概要

映像制作に使用する空画像を手軽に探してくるシステムのひとつに、SkyFinder [1] がある。SkyFinder は Flickr.com よりダウンロードした約 50 万枚の空画像を属性（カテゴリ、地平線の高さ、配置、太陽の有無と位置、雲量）に基づいて検索することができるが、画像の編集は行えない。

同様のシステムに、画像データベースを利用した空の編集システム [2] がある。このシステムは、SkyFinder と同様に Flickr.com の画像を使用しているものの、まず雲のない空画像（太陽を含む）をユーザ指定の色付けにより実写画像を使わずに作成し、作成したものと輝度分布の類似度が高いものをデータベース中の写真から見つけ、その写真中の雲を合成するシステムである。

3 本研究のねらい

3.1 使用画像

COSMIC SKY で使用する画像はすべて独自に撮影したものである。撮影時間に限度があるため、先行研究よりも使用できる画像の枚数が少なくなるという欠点を補うだけの 6 つの利点が独自の撮影にはある。

1 つ目の利点は、空以外のものが写っていない画像だけの使用が可能であることである。Flickr.com の画像は、空は写っていても、建物や木などの前景、さらには飛行機や鳥なども含むケースも多く、枚数は多くても純粋な空だけを得る画像としての品質は高くないという欠点がある。

2 つ目の利点は、安定した高画質の画像を得られることである。Flickr.com の画像は撮影者が多数のため、さまざまなカメラにおいて撮影されており、画素数がばらばらで低画質な画像も含まれている。このため雲により画質に大きく差が出たり、映像に使用した際、前景との画質に差が生じてしまう可能性がある。COSMIC SKY は、デジタルテレビ放送やブルーレイディスク向けのハイビジョン映像の制作への利用も視野に入れているため、低画質な画像を含むデータベースの利用は問題があると考えた。

3 つ目の利点は、焦点距離をある程度揃えることができることである。COSMIC SKY で用いたカメラは、キリの良い焦点距離でのステップズームが可能であり、焦点距離に応じて画素数を変えておくことで、大きな雲は大きく、小さな雲は小さく、正確な比率で表示することが可能である。焦点距離は Exif 情報があれば調べることができるが、Web サイトに載せる前に編集したり、Exif 情報を消すソフトウェアを用いた場合は調べることができない。またステップズーム機能のあるカメラでもキリの悪い焦点距離になっているケースが多く、Exif 情報があっても、膨大な焦点距離のパターンに対して画素数を変えて調整する必要があり、Flickr.com の画像で正確な比率での表示を行うことは困難と考えられる。

4 つ目の利点は、画像の中心仰角を知ることができることである。仰角は撮影時に角度計を用いて計測している。画像だけからこれらの情報を得ることは、地平線が写っていない限りほぼ不可能である。仰角を知ることによって低い空にある雲は低い位置に、高い空にある雲は高い位置に配置することが可能である。これは違和感のない空の構成に大きく貢献する利点といえる。

5 つ目の利点は、境界のある 1 つの雲に対して最適な画像を得られることである。Flickr.com の画像はひとつの雲を狙って撮ったような画像は少なく、画像に対してひとつの雲が小さく写っていたり、複数の雲が重なっていたり、あるいは雲の一部しか写っていないということがひじょうに多い。このため、高画質な雲の画像を得ることや、合成時に雲を自由に動かすことが難しい。COSMIC SKY では境界が存在するタイプの雲は、そのひとつだけを最適な焦点距離で撮影しているため、合成時に雲を自由に動かすことができる。

6 つ目の利点は、撮影時の太陽の位置や状態（雲に隠れているかなど）を知ることができることである。雲の撮影は、編集時に調節することを踏まえて、日中時間帯に太陽の近くを避けて撮影した。背景の撮影時には太陽の位置を簡単に記録しておき、太陽の近くでは雲が明るくなるように調節した。雲の灰色の部分が、影なのか雲の色なのかを判別することや、太陽の位置が変わった際に影の位置を変化させることについては、推測が難しく処理に時間がかかる可能性があるため実装を見送ったが、雲の撮影時に雲の方位と太陽の状態を記録しておくことで、今後対応することができると思われる。

3.2 背景の選択

背景はすべて焦点距離 24mm で、雲ひとつない青空、夕焼け、夜空を撮影した。ユーザは背景の属性（種類、色の分散、太陽の有無と位置、中心仰角）をもとに検索を行い、検索結果から選択した背景で画像を作成することができる。

3.3 雲の選択

ユーザは雲の属性（種類、大きさ、高さ、中心仰角、平均色、色の分散）およびスケッチによるコンテンツベース検索を行い、検索結果から選択した雲を仰角情報をもとにできるだけ適切な位置に仮出力し、境界のある雲は自由に動かすことができる。

3.4 夜空と月の選択

SkyFinder や画像データベースを利用した空の編集システムでは夜空を扱っていないが、COSMIC SKY では夜空を含めたあらゆる空を作成できることを目指した。

このため、背景の種類のひとつに夜空を含め、夜間の空画像や長時間露光により撮影した星空の画像を背景として選択できるようにしたほか、月の属性（月齢、明るさ、仰角）をもとに検索を行い、選んだ月を画像に加えることができる。

4 主な機能

4.1 属性及びスケッチベースの検索

3.2-4 項で挙げたように、COSMIC SKY は属性及びスケッチベースの検索を扱う。ユーザは図 1 の左側にあるようなインタフェースで検索条件を設定できる。検索に使用する属性は一部またはすべてを選ぶことが可能であり、属性によって優先度を 5 段階で変更することもできる。雲と背景を別々に検索しているため、SkyFinder よりも検索精度が高いのが特長である。

スケッチベースの検索は、ユーザの描いた輪郭線が正確に繋がっていない程度予想して輪郭線を埋めることができるように、4 方向から奇偶判定を行い、2 方向以上で交差回数が偶数となる場合に中身を埋めるようにし、さらに小さな穴ができるのでそれを埋める処理を事前に行っている。また回転した場合も考慮することができるようにした。判定については、画像における雲のピクセル数の割合が一定になるように拡大縮小することで、純粋に形だけから評価するようにしている。

4.2 結果の表示と出力

検索をした結果、ユーザの望むものに近いと思われるもののうち上位 8 番目までを図 1 中央のように検索結果として表示する。ユーザはその結果を見て、使う属性や優先度を変更して検索し直すことでさらに精度の高い結果を得ることができる。ユーザは背景と月に加えて、雲 6 つまでを同時に出力できる。

画像データベースを利用した空の編集システムとは異なり、背景に対して使える雲を制限されることはなく、どの雲をどの背景にも追加することができる。

4.3 雲・月の位置の変更

ユーザは境界のある雲と月を自由に動かすことができる。動かす方は、図1右上の簡易出力箇所におけるマウスによるドラッグ&ドロップとボタンによる正確な移動の両方が可能である。

雲に関しては、配置の方法として大きさの変わらない切り絵的配置と、奥行きを考慮して雲の大きさを変化させる配置の2種類の配置方法から選択することができる。さらに雲の高度を変更することで雲が重なった場合に手前にくる雲を変更したり、奥行き考慮時の変化状態を変更することができる。

4.4 雲の明るさ, 厚み, 大きさの変更

明るさは背景や太陽の位置により自動的に変更するようにしているが、ユーザがさらに調節を望む場合、雲ごとに明るさを変更することができる。

他にもユーザは雲ごとに厚みや大きさを変更することができる。厚み調節は雲が重なったような場合に手前の雲の厚みを薄くすることで、奥の雲が透けて見えるような画像を作る目的に使用できる。透過処理は、Newellの公式を一部に使用しており、すべての雲が重なった場合でも透明度により計算された画像を出力することが可能である。

4.5 背景の位置の変更

ユーザは背景の一部またはすべてを出力に使う領域とすることができる。一部を使用する場合、出力する範囲をアスペクト比も含めて変更できるほか、出力する位置を2種類のマウス操作(ドラッグ&ドロップとボタンクリック)によって選択できる。これにより背景に実写を用いても、出力画像における太陽の位置の調整がある程度は可能となる。

4.6 表示方法の変更

雲や月を編集する際には全体が見えていた方がユーザにとって好ましいが、どのような感じで出力されるかをユーザが知るには出力に使う領域の中だけを表示した方が分かりやすいため、COSMIC SKY では出力部分だけを拡大して表示する機能を設けた。これにより、ユーザはズームイン・ズームアウトや位置変更により外部出力前の微調整を行うことができる。

4.7 画像出力

画像出力時にユーザは用途に応じて画像形式(BMP, JPEG など)および出力画素数を選択することができる。小さな領域を大きな画素数で出力するとぼやけるため、推奨される上限出力画素数は提案しているが、無視することも可能である。

5 作成過程と結果画像

図2のように2つの雲に青空の背景を用いて編集すると、違和感のない画像が合成できた。

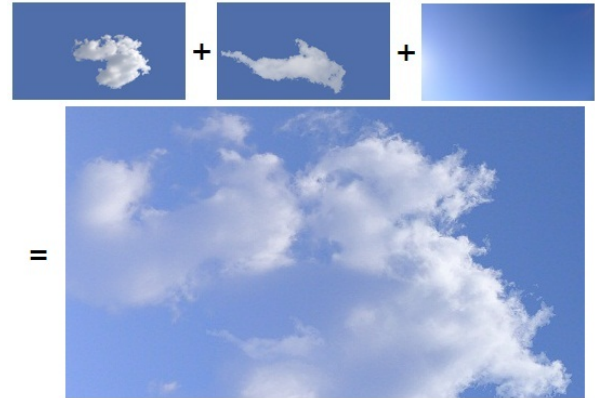


図2 編集前と後の画像

6 まとめと今後の課題

本稿では、属性およびスケッチを用いた精度の高い検索を行い、検索によって得た雲や背景に対して、位置や明るさ、厚みなどの変更が可能な柔軟な合成を行うことができるシステム COSMIC SKY の概要を紹介した。処理時間は Windows 7 (CPU: Intel Core 2 Duo, 3.16GHz, メモリ: 4GB) 上で、雲の移動に1.1~1.2秒、(画像の少ない現在で)検索に2~4秒、最終出力でも9~18秒程度となっており、一般ユーザが大きなストレスを感じないレベルといえる。

しかし現時点では、雲が太陽を覆うケースにおける太陽の光の漏れ具合や、奥行きを考慮した配置において雲の見えている箇所が変化したことに対する画像処理に関しての対処ができていないといった不十分な点もある。また SkyFinder に対し、画像を得るまでに時間がかかるという欠点があるため、雲の大きさや種類・形に着目した、より直感的な画像生成を高速に行うシステムを作成し、COSMIC SKY に受け渡しできるようにする構想がある。

参考文献

- [1] Litian Tao, Lu Yuan, Jian Sun: "SkyFinder: Attribute-based Sky Image Search," ACM Transactions on Graphics, Vol. 28, No. 3, Article 68, August 2009.
- [2] 小野亜由美, 土橋宜典, 山本強: 「画像データベースを利用した空の編集システム」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-CG-141, No. 7, 2010年11月

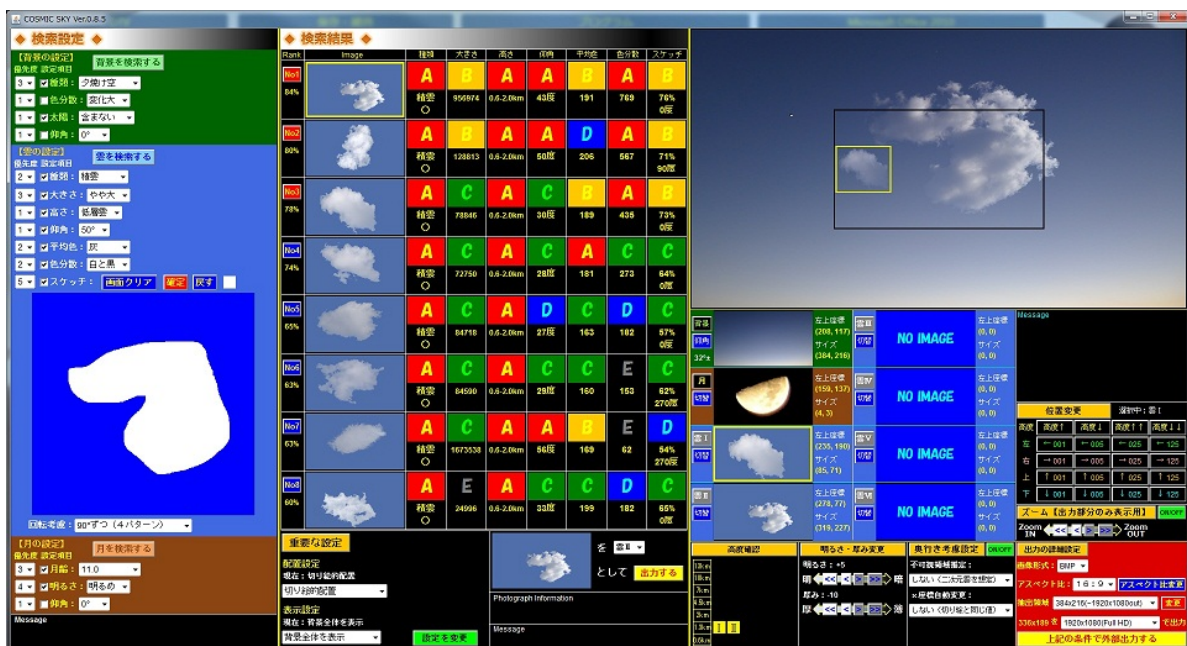


図1 COSMIC SKY のインターフェース