

ステガノグラフィ技術による衛星画像へのリモセン情報の埋め込み

星 仰[†]

茨城大学

軽部 正人^{††}

茨城大学大学院

1. はじめに

情報のデジタル化、インターネットの普及などで、データの複製や配布が容易になってきている。それに伴い、セキュリティに関する社会要求も高まっている。

このような状況下の中には、電子透かしやステガノグラフィもある。電子透かしはデジタルコンテンツに著作権情報などを埋め込むことで、コンテンツの不正なコピーや配布を防止するものであるが、ステガノグラフィはデジタルコンテンツに何らかの情報を隠して埋め込むもので、情報秘匿技術である。ともに、情報を埋め込むという点では同様であるが、電子透かしがデジタルコンテンツ保護に用いられるのに対し、ステガノグラフィは埋め込んだ情報が重要となり、情報が埋め込まれたコンテンツには価値を持たない。

ステガノグラフィは秘密情報の存在を隠す。しかし、いったん秘密情報の埋め込み方法が解明されてしまうと、秘密情報の内容はすぐに分かってしまう。そのため、ステガノグラフィは暗号の代わりにはならない。

暗号とステガノグラフィを組み合わせるのはよく行われる方法である。これは、埋め込みたい文章を暗号化して、暗号文を作る。その上で、ステガノグラフィ技術を用いて、暗号文を画像ファイルの中に隠す。たとえば、暗号文の存在に気づかれても、埋め込まれた文章の内容は読まれないことになる。

暗号は内容を隠し、ステガノグラフィは存在を隠す。暗号をステガノグラフィと組み合わせることで、2つの技法を合わせた効果を生むことができる。

本研究では暗号技術とステガノグラフィ技術を組み合わせることで、埋め込む情報を2種類考え、平文 M (Fig.1) と画像 I (Fig.2) とする。次に、カバーデータとして衛星画像 S (Fig.3) を用いる。

2. 衛星画像

衛星画像は、プラットフォームと搭載センサーによって分類することができる。調査対象の特徴を把握できるように、より最適な波長帯が厳選され、この波長帯で高感度の検知センサーが選定されてきた。衛星画像は、1フレーム当りの画像サイズが大きく、

情報を埋め込むカバー画像としては最適である。衛星画像はそれ自身が研究対象となるため、圧縮されることで、情報の損失を伴い、価値を失う。

しかし、衛星画像をカバー画像として選定し、ステガノグラフィ技術によりリモートセンシング情報を付加することにより、圧縮された衛星画像としての価値は無いが、付加情報と相互に関連付けることも可能であり、新しい価値を創造できる特色を内在している。

3. 身近になったリモートセンシング

茨城大学工学部情報工学科 星 仰

1. はじめに

リモートセンシングの生い立ちは、人類の願望とロマンにあると思われる。人間には、われわれの超越したものに憧れがあり、夜空に広がる星々を見上げ、宇宙はどうなっているのかなーと考えたり、あの星に何があるのかなー、行ってみたいなーと思ったりしてきた。

Fig.1 埋め込み情報 平文 M

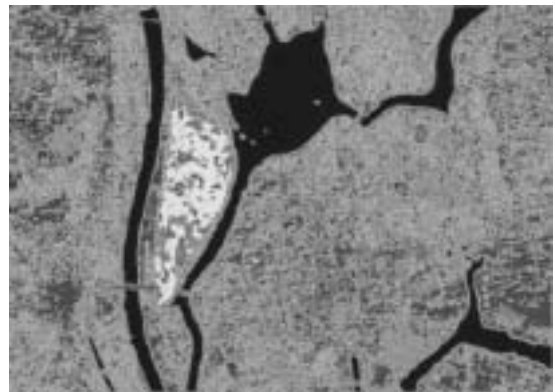


Fig.2 SAR 分類画像 I

3. 情報埋め込み

埋め込み情報はこの研究では暗号化する。ここでは暗号化に RSA 暗号を使用する。素数 p, q を 512bit とし、 $N=pq$ より、 N は 1024bit となる。暗号文 C は、

$$C = M^E \bmod N \quad (E \text{ は } E \cdot D = 1 \bmod N \text{ を満たす})$$

となる。複合化は、 $M = C^D \bmod N$ である。

ここで、平文は埋め込み情報 (IA) であり、

$$IA_{div} < N \quad (IA_{div} \text{ は } IA \text{ を分割したもの})$$

のように区切って暗号文を生成する。

カバー画像は、衛星画像を JPEG (24bit, RGB カラー) 化したものを使用する。カバー画像を JPEG 化するのは、JPEG が一般的にインターネットなどで広く用いられている画像圧縮であるからである。

Embedding on satellite image data using Steganography

[†]Hoshi, Takashi and ^{††}Karube, Masato

[†]Faculty of engineering, Ibaraki University

^{††}Graduate School of Ibaraki University

4-12-1 Naka-narusawa, Hitachi, Ibaraki 〒316-8511

通常、画像に対する情報埋め込みでは、画素置換型と変換領域利用型の2種類に大別できる。

画素置換型とは、画像内の画素を直接埋め込み情報で置換する方法である。基本的に、可逆フォーマットに対して行われ、大量の情報を埋める特徴を持つ。

変換領域利用型とは他空間に変換された情報を加工することにより、埋め込み情報を埋め込む手法である。

この研究はカバー画像として一般的に非可逆圧縮である JPEG 画像を用いるため、以下のような埋め込みを行う。埋め込み手法は JPEG 圧縮の RGBtoYCrCb のカラー空間変換とダウンサンプリングを考慮に入れて、埋め込みを行い、量子化によってデータの圧縮が行われないように量子化テーブルの値も変更する。カラー空間変換には式(1)を用いる。

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.29900 & 0.58700 & 0.11400 \\ 0.50000 & -0.41869 & -0.08131 \\ -0.16874 & -0.33126 & 0.50000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

通常、JPEG 圧縮によって、色情報の色差(Cr,Cb)の間引きが行われる。そのため、ここでは明るさ(Y)への埋め込みを行い、その後、データの劣化を防ぐために量子化テーブルの値をすべて定数に書き換えることで埋め込みを実現している。埋め込み後のステゴ画像の容量は通常の JPEG 画像に比べれば大きくなるが、JPEG 画像としては問題になるほどのものではなく、圧縮率は約 50%となる。画像サイズを $M_0 \times N_0$ とし、RGB を別のカラーバンドとして考えると $3M_0N_0$ ピクセルの画素が存在する。この場合に、最大情報埋め込み量 (I_{Amax})は、

$$I_{Amax}(\text{bit}) = M_0N_0 \quad (2)$$

となり、1pixel に 1bit を埋め込む形になる。

カバー画像は IKONOS, 1536 × 1536 の画像に対して、埋め込むじれいとして文章と画像を選定した。文章はテキスト形式の文章で、画像は、SAR の分類画像 (JPEG) である。

4. 埋め込み結果

カバー画像 (Fig.3) に対する画像の埋め込み結果を (Fig.4) にそれぞれ示す。情報抽出結果はともに正しく値を取り出すことができるが、埋め込み情報が、最大埋め込み量を超える場合には、最大情報量以下の N の最大倍数であるデータのみが抽出可能である。

埋め込みより、画像の劣化は避けられないが、ステゴ画像は、地図として利用できないこともないことから、カバー画像に関するデータを埋め込み情報として利用することは有用である。

5. おわりに

本研究のステガノグラフィ技術は、衛星画像をカバ

ー画像として選定し、そこに情報を埋め込むことで、衛星画像の新しい価値を見出すことを今後可能とする。衛星画像は一般的には、流通しているものではないが、JPEG 化によるデータとしての価値を落とし、このような形で、新たな価値を付加していくことで、衛星画像の新しい利用ができる。今後は、埋め込みフォーマットや、最大情報量の増加、セキュリティなどの観点からの考察が必要であろう。



Fig.3 カバー画像 S



Fig.4 埋め込み結果

参考文献

- 1) 岡本栄司・辻井重男: 暗号のすべて, 電波新聞社 pp.105-107, 2002
- 2) 小野定康・鈴木純司: 分かりやすい JPEG/MPEG2 の技術, オーム社出版局, pp.76-111, 2001
- 3) Hoshi, Takashi: Steganography through Image of Remote Sensing, ASTER Meeting 24th workshop`03, 2003