

錯視を誘発する画像特徴合成動画に対する視認性定量評価支援策の提案

東京理科大学 土木工学科 フェロー会員 小島尚人
東京理科大学 土木工学専攻 学生員 ○重岡 匠
東京理科大学 経営工学科 非会員 大和田勇人

1. はじめに

筆者らは、各種検査計測画像の画像特徴の合成・強調・判読支援を目的として、「擬似回転錯視と残像錯視」を誘発する「画像特徴合成動画」を提案するとともに、この動画を用いれば「元画像の画質維持・鮮鋭化」と「テクスチャ特徴の強調」効果を同時に得られることを示した¹⁾。

画像特徴合成動画の見え方には、動画の「画像濃度値変動」そのものが反映される点に着目し、さらに研究を進め、画像濃度値変動のパワースペクトルを可視化した「視認性評価図」を提案した。コンクリート表面撮影画像に対する画像特徴合成動画を検討対象として、視認性評価図を作成・分析した結果、画像特徴(ひび割れ、キメ、粗さ、エッジ情報等)の見え方がパワースペクトルに反映されていることを確認できた²⁾。しかし、空間周波数別・パワースペクトルと各種画像特徴の見え方の関係については、今後の課題として残されていた。

そこで、本研究では、コンクリート表面撮影画像を検討対象として、空間周波数別・パワースペクトルと画像特徴の見え方について検討するとともに、視認性評価図がコンクリート表面ひび割れ判読・検出支援に寄与することを示す。

2. 画像特徴合成動画に対する視認性評価(既往研究)

画像特徴合成動画に対する視認性評価図の作成概念を図-1に示す²⁾。合成対象となる特徴画像に対する8方向エンボス処理画像を元画像に合成して連続表示することによって画像特徴合成動画となる。連続表示される画素の画像濃度値を離散信号の波(8pixel 構成)とみなし、これを「画像濃度値変動」と定義する。具体的には、Rバンド画像、Gバンド画像、Bバンド画像においてそれぞれ画像濃度値変動を抽出し、それらを平均することによって画像特徴合成画像(カラー)の画像濃度値変動とする。これらの処理を画像特徴合成動画上の全画素に対して実施する。抽出した画像濃度値変動に対して離散フーリエ変換を実施し、パワースペクトルを求める。空間周波数成分ケースは以下の4種類となる。

- ①ケース1 : $1/8 = 0.125$ (cycle/pixel)
- ②ケース2 : $2/8 = 0.25$ (cycle/pixel)
- ③ケース3 : $3/8 = 0.375$ (cycle/pixel)
- ④ケース4 : $4/8 = 0.5$ (cycle/pixel)

画素単位で空間周波数毎に計算されるパワーレベルを10段階に分けて、40クラスに分類・可視化したものが視認性評価図となる。

3. 視認性評価支援策の提案

(1) 視認性評価図の例

検討対象としたコンクリート表面撮影画像(元画像)を図-2(a)に示す。合成対象として「分散特徴」を画像化し、この元画像に合成すると、図-2(b)に示す「画像特徴合成動画」となる。この動画に対する視認性評価図が図-2(c)である。凡例を図-2(d)に示す。

元画像(図-2(a))に比べて、画像特徴合成動画(図-2(b))では、コンクリート表面の「ひび割れ」やテクスチャ(キメ、粗さ)特徴が強調されている。さらに、画像全体にわたって鮮鋭化されている。

視認性評価図(図-2(c))を見ると、ケース2~ケース4のパワーレベルは、ほとんど現れておらず、ケース1のパワーレベルが視認性に寄与していることが判る。そこで、このケース1のパワーレベル別に視認性評価図を作成し、画像特徴の見え方との関係について、さらに検討を進めることとした。

(2) パワーレベル別・視認性評価図の有用性

パワーレベル別(ケース1)に作成した視認性評価図を図-3(a)~(b)に示す。

a) パワーレベル1~3 (図-3(a))

画像特徴合成動画(図-2(b))において「コンクリート表面がなだらかに見える領域」が、視認性評価図のパワーレベル1~3に対応していることが判る。

b) パワーレベル4~6 (図-3(b))

画像特徴合成動画上(図-2(b))において「コンクリート表面のキメや粗さが強調されて見える領域」がパワーレベル4~6に対応していることが判る。

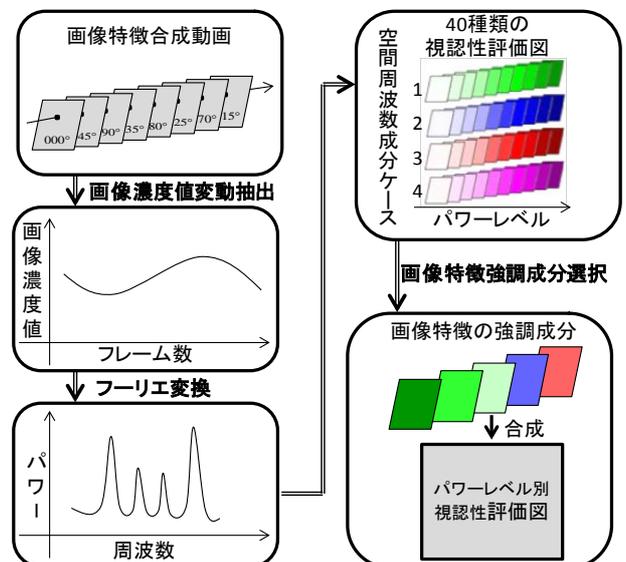


図-1 画像特徴合成動画に対する視認性評価図作成の流れ²⁾

キーワード：動画、画像特徴強調、画像判読支援、錯視、空間周波数分析、画像判読、画質改善

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科

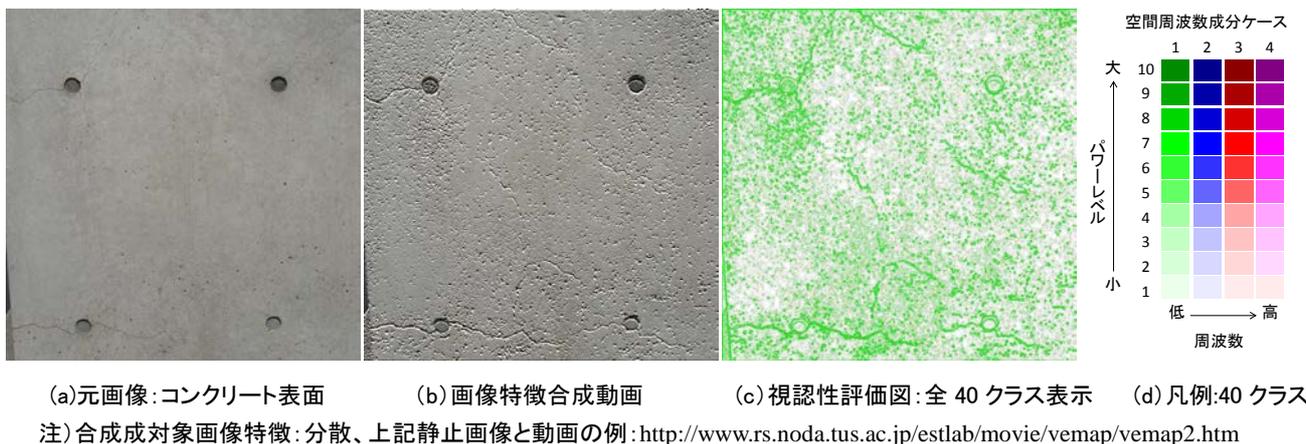


図-2 元画像から作成される画像特徴合成動画とこれに対する視認性評価図

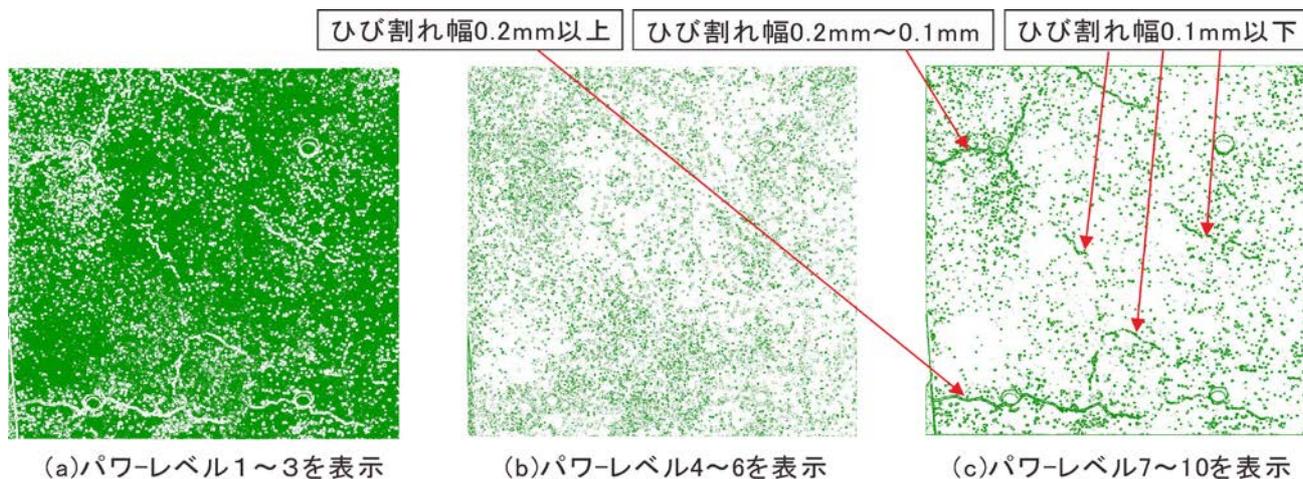


図-3 パワーレベル別・視認性評価図の比較 注) 空間周波数成分ケース 1

c) パワーレベル7~10 (図-3 (c))

画像特徴合成動画上(図-2 (b))において「コンクリート表面のひび割れと点状凹凸が強調されて見える領域」がパワーレベル 7~10 に対応していることが判る。ひび割れ幅「0.2mm」は、一般環境下での管理境界値となっているが、腐食性環境では、幅 0.16mm~0.14mm 程度のひび割れまでを視認できることが求められている。視認性評価図内に記載したとおり、図の「左下部、左上部、中央部」のひび割れ幅は、それぞれ「0.1mm 以下、0.1mm~0.2mm、0.2mm 以上」である。視認性評価図を見ると、管理境界値 0.2mm 幅のひび割れと、それ以下のひび割れをも抽出できていることが判る。

以上の検討結果は、次の2点にまとめられる。

(a)コンクリート表面撮影画像に対する画像特徴合成動画の視認性に寄与する空間周波数成分はケース1 (0.125cycle/pixel) である。

(b)コンクリート表面が「なだらかに見える領域」、「キメや粗さが強調されて見える領域」、「ひび割れと点状凹凸が強調されて見える領域」について、パワーレベルによって区別できる。空間周波数別・パワースペクトルは、視認性定量評価指標として適用可能であり、鋭敏性が高い指標として有用となる。

4. まとめ

本研究は、コンクリート表面撮影画像に対する画像特徴合成動画を検討対象として、空間周波数別・パワースペクトルと画像特徴の見え方について検討したものである。検討の結果は、以下の2点にまとめられる。

(a)空間周波数ケース別、パワーレベル別に視認性評価図を作成・分析した結果、「ひび割れ、エッジ、キメや粗さ」といった画像特徴種別毎に視認性を定量評価できる。

(b)特に、空間周波数ケース 1 (0.125cycle/pixel) のパワーレベルを 7 以上として視認性評価図を作成すれば、0.2 mm以下(管理限界)のひび割れも検出できる。

今後の課題として「動画種別、画像特徴種別・視認性評価」、「画像特徴を複数合成した場合の視認性評価」を進める予定にある。本研究の内容が各種検査・計測動画に対する画像特徴強調処理はもとより、画像特徴の視認性(錯視)に関する萌芽的研究の一つとして、今後の研究の展開に何らかの形で寄与できれば幸いである。

参考文献 1) 広田健一、二宮建、小島尚人、大和田勇人：画像特徴複数合成強調・判読支援動画作成アルゴリズムの構築とその実用化への一提案、土木学会論文集 F3 (土木情報学)、Vol.67、No.2、pp.L_44~L_56、2012年3月。
2) 小島尚人、金子和弘、重岡匠、広田健一：錯視を誘発する画像特徴合成動画に対する視認性定量評価の試み、土木学会第37回土木情報学講演集、Vol.37、pp.195~198、2012年9月。