โครงการวิจัยย่อยลำดับที่ 17

เรื่อง การประมวลผลภาพความร้อน ปีที่ 2 (Thermal Imaging)

ผู้รับผิดชอบโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร .สมชาย จิตะพันธ์กุล

1.โครงการวิจัยย่อยที่ 1

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัยย่อย

1. ปรับปรุงคุณภาพของภาพความร้อน ด้วยวิธีการประสานภาพ

2. พัฒนากระบวนการประสานภาพเชิงพื้นที่โดยใช้วิธีการแยกภาพหลายองค์ประกอบ (Multiscale decomposition) แบบการแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต

3. เสนอเทคนิคการจัดกลุ่มพื้นที่ (Region) โดยการนำเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลแบบ Fuzzy possibilistic c-means clustering (FPCM) มาประยุกต์ใช้กับการแยกองค์ประกอบภาพแบบการแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต

1.2 การศึกษางานวิจัยในอดีต

เนื่องจากกรรมวิธีการประสานภาพที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ผลการประสานภาพที่คลอบคลุมรายละเอียดของแต่ละภาพต้นทางให้ได้มากที่สุด และข้อมูลที่ได้ต้องไม่ผิดเพี้ยนไปจากภาพต้นทางมากจนเกินไป รวมทั้งต้องไม่เกิดสิ่งแปลกปน (Artifacts) ขึ้นในภาพประสานด้วย เนื่องจากกรรมวิธีการประสานภาพที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ผลการประสานภาพที่คลอบคลุมรายละเอียดของแต่ละภาพต้นทางให้ได้มากที่สุด และข้อมูลที่ได้ต้องไม่ผิดเพี้ยนไปจากภาพต้นทางมากจนเกินไป รวมทั้งต้องไม่เกิดสิ่งแปลกปน (Artifacts) ขึ้นในภาพประสานด้วย

ดังนั้นงานวิจัยย่อยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากรรมวิธีการประสานภาพเชิงพื้นที่ โดยใช้การแปลงเฟรมดิสครีตเล็ตในการแยกองค์ประกอบขึ้นมาใช้งาน ด้วยเหตุผลที่ว่าเฟรมดิสครีตเวฟเล็ตเป็นเวฟเล็ตที่มีคุณสมบัติแบบ Shift invariant อันจะส่งผลให้ผลกระบวนการประสานภาพที่นำเสนอมีคุณสมบัติไม่แปรตามการเลื่อน ซึ่งจะทำให้ผลการประสานภาพไม่เกิดการผิดพลาด และการรวมข้อมูลในลักษณะพื้นที่จะช่วยให้สามารถพิจารณาข้อมูลของวัตถุที่สนใจได้มากขึ้น

1.3 การพัฒนากรรมวิธีการแยกส่วนภาพบนพื้นฐานของการแยกองค์ประกอบภาพหลายระดับ (Region based multiscale segmentation)

หลังจากทำการแยกองค์ประกอบภาพต้นทาง โดยใช้การแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ตแล้ว ผลการแยกองค์ประกอบที่ได้นี้จะถูกนำไปแยกส่วนภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลในลักษณะพื้นที่ (Region) อันที่จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการประสาน (Fusion process) ต่อไป โดยวิธีที่นำมาใช้ในการแยกส่วนภาพจะเป็นกรรมวิธีการแยกส่วนพื้นที่หลายระดับ (Multiscale region segmentation) ซึ่งได้มีการนำเทคนิคการจัดกลุ่ม

ข้อมูลแบบ Fuzzy possibilistic c-means (FPCM) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต เนื่องจาก FPCM เป็นหนึ่งในเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลแบบคลุมเครือ (Fuzzy clustering) ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้กับข้อมูลซึ่งมีความไม่เที่ยง (Imprecise) ในข้อมูล เช่น ภาพความร้อน หรือภาพที่บันทึกโดยใช้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงต่าง ๆ และยังให้ประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับการจัดกลุ่มข้อมูลแบบคลุมเครือวิธีอื่น ดังนั้นจึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ โดยขั้นตอนวิธีการแยกส่วนพื้นที่หลายระดับจะดำเนินการตามขั้นตอนวิธีต่อไปนี้

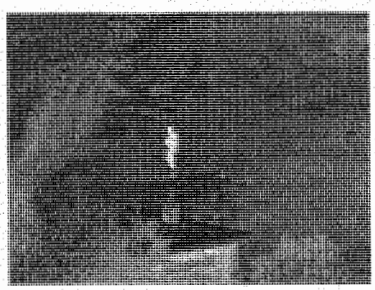
ขั้นตอนที่ 1 นำสัมประสิทธิ์การแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต ในแบนด์ย่อย LL^K, LH^K, HL^K และ HH^K ที่ระดับการแยกองค์ประกอบสูงสุด K มาสร้างเป็นเวกเตอร์ 4 มิติ โดยเวกเตอร์ 4 มิติจะถูกใช้เป็นข้อมูลอินพุท (Input data) ที่จะนำไปทำการจัดกลุ่ม เพื่อแยกออกให้เป็นกลุ่มของแต่ละพื้นที่ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ (Number of class) โดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลแบบ FPCM ซึ่งจะทำการจัดกลุ่มตามลักษณะของข้อมูลลายผิว (Texture information) ในที่นี้ขั้นตอนวิธีทั้งหมดของการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย FPCM

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากที่ข้อมูลถูกจัดกลุ่มออกเป็นพื้นที่ต่าง ๆ ตามลักษณะของลายภาพแล้ว ก็จะมีการใส่สัญลักษณ์ให้กลุ่มพื้นที่นั้น ๆ (Region labeling) เพื่อบ่งชี้ให้เห็นถึงพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดย จุดภาพใด ๆ ที่อยู่ภายในกลุ่มสัญลักษณ์เดียวกันจะเป็นกลุ่มของจุดภาพที่อยู่ภายในพื้นที่เดียวกัน

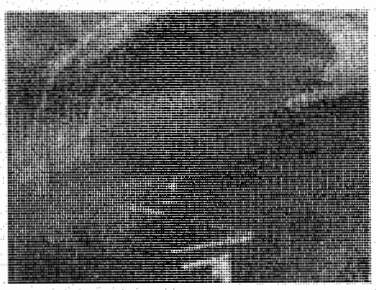
ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากขนาดของแบนด์ย่อย LL, LH, HL และ HH ของการแปลงเฟรมดิส ครีตเวฟเล็ต จะมีขนาดเท่ากันเสมอทุกระดับการแยกองค์ประกอบ ดังนั้นกลุ่มพื้นที่ที่อยู่ ณ ตำแหน่งเดียวกันก็จะมีขนาดและโครงสร้างของพื้นที่เหมือนกันทุกระดับ ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามสัญลักษณ์พื้นที่ในระดับที่ K จะสามารถแทนแต่ละสัมประสิทธิ์ $LL^{k=K-1}$ ในพื้นที่ที่ทำสัญลักษณ์หนึ่ง ด้วยค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ LL^K ที่อยู่ในพื้นที่ที่ทำสัญลักษณ์นั้น

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อได้แบนด์ย่อย $LL^{k=K-1}$ เรียบร้อยแล้ว จะนำสัมประสิทธิ์ในแบนด์ย่อย $LL^{k=K-1}$, $LH^{k=K-1}$, $HL^{k=K-1}$ และ $HH^{k=K-1}$ มาสร้างเป็นเวกเตอร์ 4 มิติ เพื่อนำไปผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค FPCM อีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ได้เป็นภาพพื้นที่สัญลักษณ์ที่ระดับ $k = K-1$ นั่นเอง สำหรับการจัดกลุ่มข้อมูลในระดับ $k = 1,2,...,K-2$ ต่อไป ก็จะมีการดำเนินงานในลักษณะเช่นเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากได้ผลการแสดงพื้นที่ $R^k_{Visible}$ ของภาพจริง และผลการแสดงพื้นที่ของภาพความร้อน $R^k_{Thermal}$ แล้ว จะนำผลการพื้นที่ทั้งสองไปทำการหาพื้นที่ร่วม (Shared region) R^k ที่แต่ละระดับ $k = 1,2,...,K$ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



(ก) ภาพความร้อน



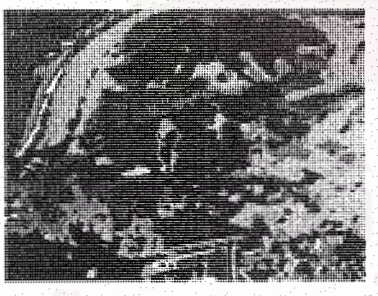
(ข) ภาพ Visible

(ค) ผลการแยกองค์ประกอบภาพความร้อน
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่1

(ง) ผลการแยกองค์ประกอบภาพ Visible
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่1

(จ) ผลการแยกองค์ประกอบภาพความร้อน
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่ 2

(ฉ) ผลการแยกองค์ประกอบภาพ Visible
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่ 2



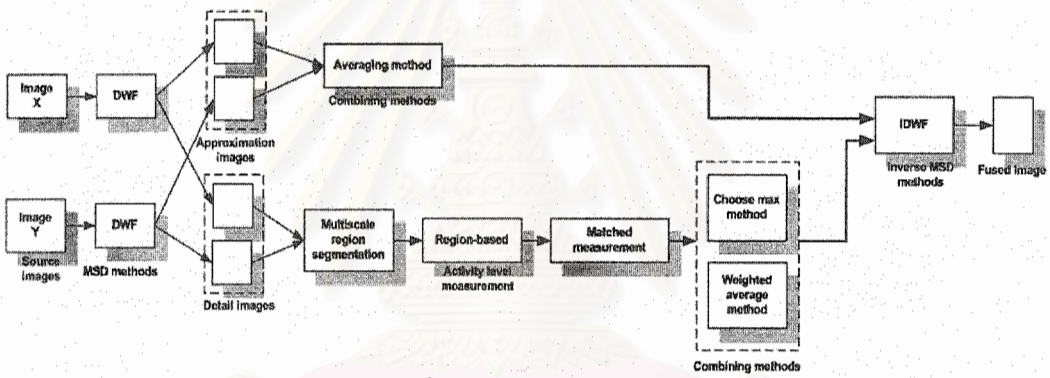
(ช) ผลการหาพื้นที่ร่วม
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่ 1

(ซ) ผลการหาพื้นที่ร่วม
ที่ระดับการแยกองค์ประกอบที่ 2

รูปที่ 1.1ผลการแยกส่วนพื้นที่บนพื้นฐานการแยกองค์ประกอบภาพหลายระดับ

1.4 กรรมวิธีการประสานภาพ (Image fusion scheme)

โดยทั่วไปแล้ว ขั้นตอนวิธีในการประสานภาพจะดำเนินไปตามกฎการประสานภาพ (Fusion rules) ซึ่งจะเป็นการกำหนดลักษณะการดำเนินงานโดยรวมของกรรมวิธีการประสาน สำหรับกฎการประสานภาพที่ใช้ในงานวิจัยย่อยนี้ จะแสดงดังรูปที่ 1.2 โดยจะประกอบไปด้วย ขั้นตอนวิธีการแยกองค์ประกอบภาพหลายระดับ (Multiscale decomposition, MSD) ที่ได้นำการแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต (Discrete wavelet frame) มาประยุกต์ใช้กับการรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Region-based) และวิธีการรวม (Combination method) ซึ่งจะทำการตัดสินใจเลือกใน 2 วิธี คือ วิธีการเลือกค่ามากสุด (Choose max method) และวิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average method) โดยใช้ค่าความเข้ากัน (Match measure) เป็นตัวตัดสินใจ จากนั้นจะเป็นการแปลงกลับเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต (Inverse discrete wavelet frame) เพื่อสร้างภาพประสาน (Fused image)



รูปที่ 2 กฎการประสานภาพ

ระดับพฤติกรรม (Activity level)

การวัดค่าระดับพฤติกรรมคือการวัดระดับค่าความเด่นของแต่ละสัมประสิทธิ์ในทุก ๆ แถบความถี่ ซึ่งจะเป็นการวัดค่าในระดับท้องถิ่น (Local activity)

การวัดค่าความเข้ากัน (Match measure)

ค่าความเข้ากัน เป็นค่าที่ถูกนิยามขึ้น เพื่อใช้วัดความเข้ากันได้ของข้อมูล ระหว่างภาพต้นทางทั้งสอง ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของการวัดสหสัมพันธ์ท้องถิ่น (Local correlation) โดยที่ตำแหน่งจุดภาพหนึ่ง ๆ ของแต่ละ source images ที่มีค่าความเข้ากันสูง จะหมายความถึง ลักษณะข้อมูลของภาพต้นทางทั้งสอง มีความคล้ายหรือมีค่าใกล้เคียงกันมาก ที่จุดภาพนั้น ๆ

การตัดสินใจ (Decision)

การตัดสินใจถือเป็นหัวใจของขั้นตอนการรวม (Combination process) เพราะผลจากการตัดสินใจจะเป็นตัวกำหนดวิธีที่จะนำมาทำการรวมสัมประสิทธิ์การแยกองค์ประกอบของแต่ละ source images โดยจะพิจารณาตามค่าความเข้ากันของภาพทั้งสอง

ขั้นตอนการรวม (Combination process)

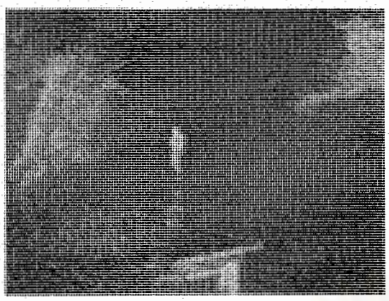
ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนของการสร้างสัมประสิทธิ์การแยกองค์ประกอบผลรวม โดยการนำสัมประสิทธิ์การแยกองค์ประกอบของของแต่ละ source images มาผ่านขั้นตอนการรวม ซึ่งเทคนิควิธีที่จะนำมาใช้ในการรวมนั้นจะขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในบล็อกก่อนหน้าว่าจะตัดสินใจเลือกวิธีใดมาใช้นั่นเอง

การแปลงกลับการแยกองค์ประกอบภาพหลายระดับ (ψ^{-1})

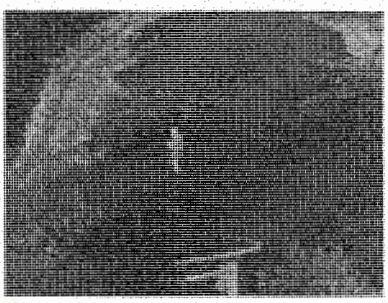
ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการประสานภาพ โดยภาพประสานจะถูกรับมาในขั้นตอนนี้ด้วยการแปลงกลับสัมประสิทธิ์การแยกองค์ประกอบผลรวม

โดยผลการประสานภาพจะแสดงดังรูปที่ 1.3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลของกรรมวิธีที่นำเสนอกับกรรมวิธีการประสานภาพวิธีอื่นที่ได้มีการนำเสนอขึ้นในงานวิจัยก่อนหน้า

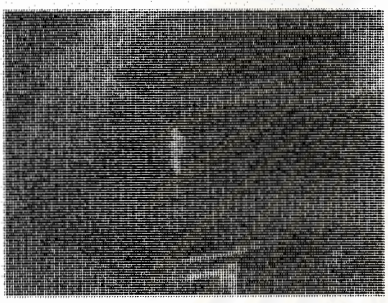
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



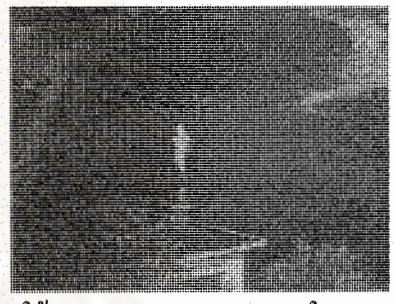
(ก) วิธีการประสานภาพแบบการเฉลี่ยข้อมูล



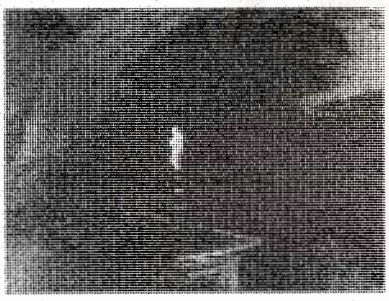
(ข) ใช้ Laplacian pyramid ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นจุดภาพ



(ค) ใช้ Gradient pyramid ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นหน้าต่าง



(ง) ใช้ Discrete wavelet transform ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นจุดภาพ



(จ) ใช้ Discrete wavelet transform ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นหน้าต่าง

(ฉ) ใช้ Discrete wavelet frame ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นจุดภาพ

(ช) ใช้ Discrete wavelet frame ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นหน้าต่าง

(ซ) วิธีที่นำเสนอคือ ใช้ Discrete wavelet frame ในการแยกองค์ประกอบภาพ โดยการรวมข้อมูลแบบเป็นพื้นที่

รูปที่ 1.3 การเปรียบเทียบผลการประสานภาพ

1.5 การวิเคราะห์ผลการประสานภาพ

- ภาพประสานสามารถให้รายละเอียดข้อมูลครอบคลุมข้อมูลของภาพต้นทางทั้งสองได้ครบถ้วน เนื่องจากข้อมูลสำคัญจากแต่ละภาพต้นทางได้ถูกนำมาเติมเต็มข้อมูลระหว่างกันและรวมไว้ภายในภาพประสานเพียงภาพเดียว

- ผลการประสานภาพไม่มีสิ่งแปลกปลอม (Artifact) ใด ๆ แทรกแซงให้เกิดความไขว้เขวในการตีความหมายของภาพประสาน (Interpretation image)

- ผลการประสานภาพมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวน เนื่องจากขั้นตอนการรวมสัมประสิทธิ์การประมาณกระทำโดยใช้วิธีการเฉลี่ย (Averaging method) สัมประสิทธิ์ ซึ่งจะลดผลกระทบของสัญญาณรบกวนลง

- เนื่องจากกรรมวิธีการประสานภาพอยู่บนพื้นฐานการแยกองค์ประกอบด้วยการแปลงเฟรมดิสครีตเวฟเล็ต ซึ่งเป็นเวฟเล็ตที่มีคุณสมบัติไม่แปรตามการเลื่อน (Shift invariant) ดังนั้นกรรมวิธีการประสานภาพจึงมีความคงทนต่อการเลื่อนระหว่างภาพต้นทางทั้งสอง ทำให้ผลการประสานภาพที่แสดงข้างต้นสามารถให้ข้อมูลผลรวมที่ถูกต้อง ไม่มีความผิดเพี้ยนไปจากข้อมูลเดิมของภาพต้นทาง

- กรรมวิธีที่ใช้ในงานวิจัยย่อยให้ข้อมูลที่ดีกว่าวิธีอื่น ๆ ในแง่ของการเพื่อรายละเอียดข้อมูลและคงค่าข้อมูลที่มีความสำคัญภายในภาพต้นทางทั้งสองไว้ได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างเช่น ค่าความเปรียบต่าง (Contrast)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. โครงการวิจัยย่อยที่ 2

2.1. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยย่อย

1. เพื่อปรับปรุงกรรมวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ ด้วยการแปลงเวฟเล็ต

2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ โดยยังคงลักษณะสำคัญของภาพเดิมเอาไว้

3. เสนอกรรมวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ ด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยนำข้อมูลของสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ข้างเคียงมาพิจารณา

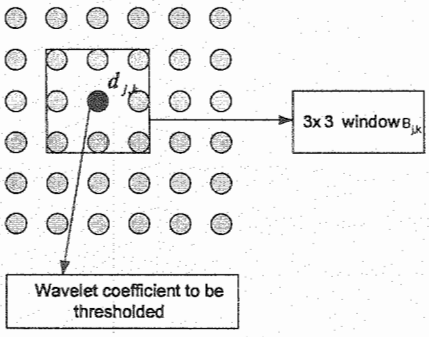
2.2 การศึกษางานวิจัยในอดีต

เนื่องจากกรรมวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวน (Denoising) เป็นกรรมวิธีที่สำคัญอย่างมากในกระบวนการก่อน (pre-processing) ในระบบภาพและวิดีทัศน์ ทำให้มีการศึกษาค้นคว้ากรรมวิธีลดทอนสัญญาณรบกวนอย่างหลากหลาย ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพให้มากยิ่งขึ้น และไม่ทำให้ข้อมูลภาพที่ได้จากการลดทอนสัญญาณรบกวนเกิดความเสียหาย

ดังนั้นในงานวิจัยย่อยนี้จะทำการศึกษาการลดทอนสัญญาณรบกวน ด้วยการแปลงเวฟเล็ต เนื่องจากวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวน แบบนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการเข้าใจ มีประสิทธิภาพในการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ และมีความหลากหลายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการลดทอนสัญญาณรบกวน โดยเวฟเล็ตสามารถวิเคราะห์สัญญาณได้ทั้งเชิงเวลา และเชิงความถี่ได้พร้อมๆ กัน อีกทั้งมีคุณสมบัติ sparsity คือ การกระจายตัวของสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตของภาพเป็นแบบเบาบาง และยังมีขั้นตอนวิธีในการทำงานที่รวดเร็ว

3. การพัฒนากรรมวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวน ด้วยการแปลงเวฟเล็ต

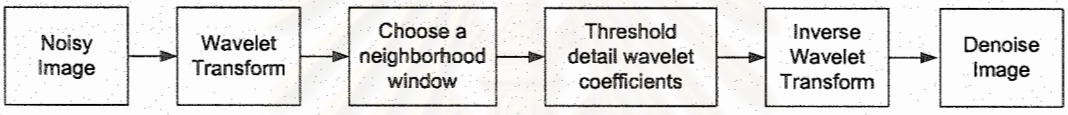
การลดทอนสัญญาณรบกวน ด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยนำข้อมูลของสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ข้างเคียงมาพิจารณา โดยจะนำการหาขีดเริ่มเปลี่ยนวิธี SureShrink และการหาขีดเริ่มเปลี่ยนวิธี BayesShrink มาใช้ ซึ่งในงานวิจัยย่อยนี้จะใช้วิน โดว์ล้อมรอบสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต แบบไม่มีการซ้อนทับกัน โดยจะแสดงวิธีการเลือกขีดเริ่มเปลี่ยนดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเลือกสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ข้างเคียงแบบวินโดว์ไม่มีการซ้อนทับกัน

โดยการลดทอนสัญญาณรบกวนด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยนำข้อมูลของสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ข้างเคียงมาพิจารณามีขั้นตอนดังนี้

1) นำสัญญาณภาพที่ถูกรบกวน ด้วยสัญญาณรบกวนมาแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย (Discrete Wavelet Transform) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กระบวนการลดทอนสัญญาณรบกวน ด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยใช้สัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ข้างเคียงมาพิจารณา

2) จัดกลุ่มสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตแบบวินโดว์ที่ไม่มีการซ้อนทับกัน และมีขนาดแตกต่างที่กันดังนี้คือ $3\times3, 5\times5, 7\times7$ เพื่อหาขนาดของวินโดว์ที่เหมาะสมที่สุด ที่จะทำให้ภาพที่ได้จากการลดทอนสัญญาณรบกวนแล้วให้ผลที่น่าพอใจ

3) คำนวณหาขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละวินโดว์ ตามวิธีการหาขีดเริ่มเปลี่ยนที่นำเสนอ ซึ่งแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ การหาขีดเริ่มเปลี่ยนวิธี SureShink และการหาขีดเริ่มเปลี่ยนวิธี BayesShrink ซึ่งวิธีการคำนวณหาขีดเริ่มเปลี่ยนที่นำเสนอทั้งสองวิธีมีขั้นตอนดังนี้

<u>วิธีที่หนึ่ง</u> จะใช้วินโดว์ล้อมรอบสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต เพื่อจัดกลุ่มสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต แล้วจึงหาขีดเริ่มเปลี่ยนด้วยวิธี SureShrink จากการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี SureShrink โดยจะมีการคำนวณหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในทุกๆ วินโดว์ $B_{j,k}$ และนำค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ได้มาปรับค่าสัมประสิทธิ์ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของวินโดว์

<u>วิธีที่สอง</u> จะใช้วินโดว์ล้อมรอบสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต เพื่อจัดกลุ่มสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต แล้วจึงหาขีดเริ่มเปลี่ยนด้วยวิธี BayesShrink ภายในกลุ่มย่อยนั้นๆ และนำค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ได้มาใช้ปรับค่าสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่สัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่อยู่ตรงกลางของวินโดว์ $B_{j,k}$ ใด

4) นำสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ตที่ได้ผ่านกระบวนการลดทอนสัญญาณรบกวนแล้วมาสร้างกลับ (Inverse Discrete Wavelet Transform) จะได้ภาพที่ถูกลดทอนสัญญาณรบกวนแล้ว

ในงานวิจัยย่อยนี้จะเปรียบเทียบผลการลดทอนสัญญาณรบกวนของวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวนที่พัฒนากับวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวนที่ได้รับความนิยม ได้แก่ วิธี Wiener VisuShrink SureShrink BayesShrink และวิธี NeighShrink

2.4 ผลการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ

โดยผลการประสานภาพจะแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลของกรรมวิธีที่พัฒนากับกรรมวิธีการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีอื่นที่ได้มีการนำเสนอขึ้นในงานวิจัยก่อนหน้า

(ก) ภาพต้นฉบับ ของ Lena

(ข) ภาพที่ถูกรบกวนด้วยสัญญาณรบกวนที่ $\sigma = 20$

(ค) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี VisuShrink แบบ Hard threshold

(ง) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี VisuShrink แบบ Soft threshold

(จ) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี Wiener

(ฉ) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี SureShrink

(ช) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี BayesShrink

(ซ) การลดทอนสัญญาณรบกวนวิธี NeighShrink ขนาดของวินโดว์เป็น 5×5 (5×5 NeighShrink)

(ฌ) การลดทอนสัญญาณที่นำเสนอวิธีที่หนึ่ง ที่ขนาดของวินโดว์เป็น 5×5

(ญ) การลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอวิธีที่สอง ขนาดของวินโดว์เป็น 7×7

รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีต่างๆ สำหรับภาพ Lena

2.5 การวิเคราะห์ผลการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพ

จากผลการทดสอบการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีพบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีอื่น โดยทำการทดสอบการลดทอนสัญญาณรบกวนของภาพที่มีความถี่ต่ำ ซึ่งภาพที่ได้จากการลดทอนสัญญาณ

รบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีให้ผลภาพเป็นที่น่าพอใจ และให้ค่า PSNR สูง โดยการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอวิธีที่สองมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการลดทอนสัญญาณวิธีที่หนึ่ง และการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีอื่นๆ แต่เมื่อภาพมีรายละเอียดทั้งความถี่ต่ำ และความถี่สูงรวมกัน การลดทอนสัญญาณรบกวนมีประสิทธิภาพเกือบเท่ากันทุกวิธี และเมื่อภาพมีความถี่สูงมาก การลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพต่ำลง เมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของสัญญาณรบกวนมีค่าต่ำ แต่เมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงขึ้น การลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพในการลดทอนสัญญาณรบกวนมากขึ้นกว่าการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีอื่น โดยภาพที่ได้จากการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอวิธีที่สองให้ค่า PSNR ที่น่าพอใจกว่าการลดทอนสัญญาณรบกวนที่นำเสนอวิธีที่หนึ่ง และการลดทอนสัญญาณรบกวนวิธีอื่นๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย