بسم الله الرحمن الرحیم

افزایش وضوح ناحیه‌ای

محمود امین‌طوسی محمود فتحی ناصر مزینی

دانشگاه علم و صنعت ایران

چهاردهمین کنفرانس ملی انجمن کامپیوتر - اسفندماه ۱۳۸۷

بهبود کیفیت تصویر و فیلم‌ها

- همه‌گیر شدن ابزار تصویر برداری دیجیتال همچون موبایل‌ها
- داشتن عکس‌ها و فیلم‌های با کیفیت‌های متفاوت
- علاقمندی به افزایش کیفیت و وضوح تصاویر و فیلم‌ها

وضوح برتر (Super-Resolution)

تولید یک، یا یک مجموعه از تصاویرِ با وضوحِ بالا از روی یک دنباله از تصاویر با وضوحِ پایین

بهبود کیفیت تصویر و فیلم‌ها

- همه‌گیر شدن ابزار تصویر برداری دیجیتال همچون موبایل‌ها
- داشتن عکس‌ها و فیلم‌های با کیفیت‌های متفاوت
- علاقمندی به افزایش کیفیت و وضوح تصاویر و فیلم‌ها

وضوح برتر (Super-Resolution)

تولید یک، یا یک مجموعه از تصاویرِ با وضوحِ بالا از روی یک دنباله از تصاویر با وضوحِ پایین

ویژگی‌های تصاویر

تصاویر ورودی

- جابجایی
- شدت روشنایی
- پخش نقطه‌ای
- نویز

تعریف

وضوح: میزان جزییات قابل تشخیص در تصویر

ویژگی‌های تصاویر

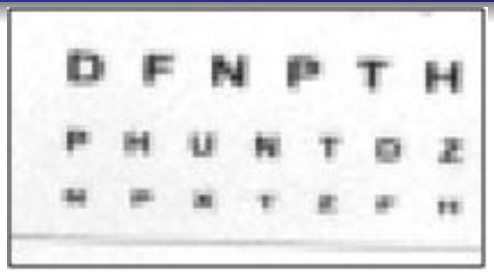
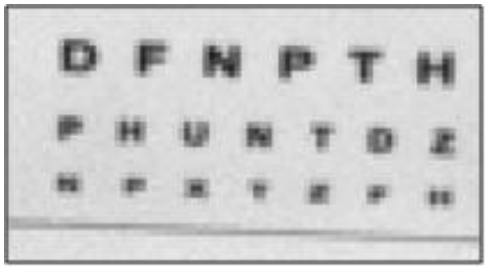
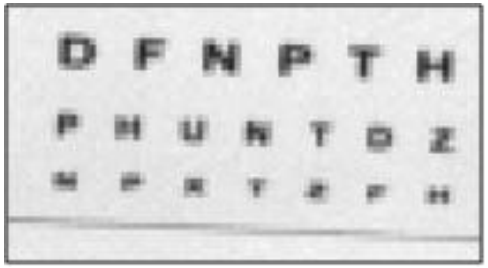
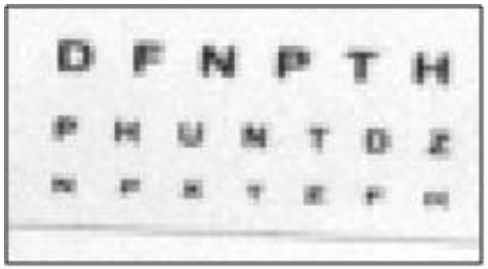
تصاویر ورودی

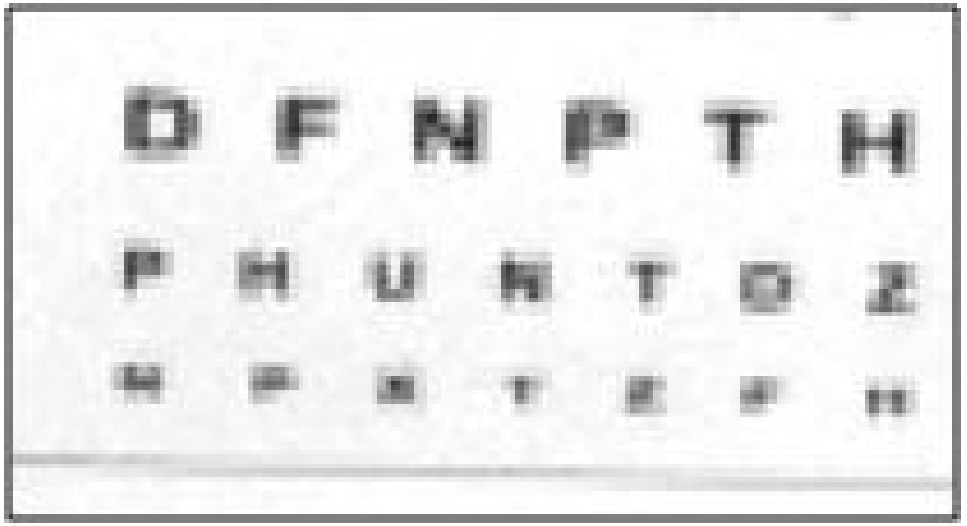
- جابجایی
- شدت روشنایی
- پخش نقطه‌ای
- نویز

تعریف

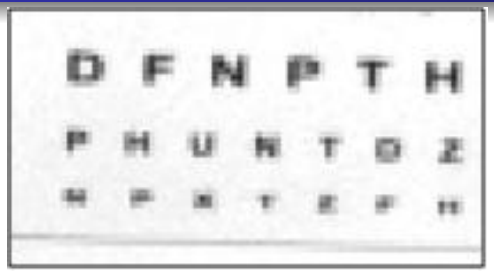
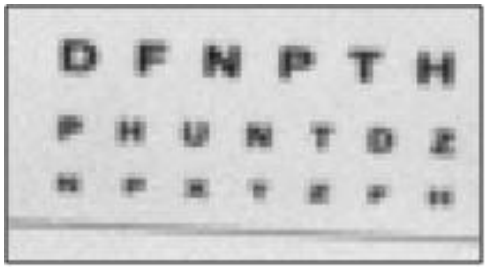
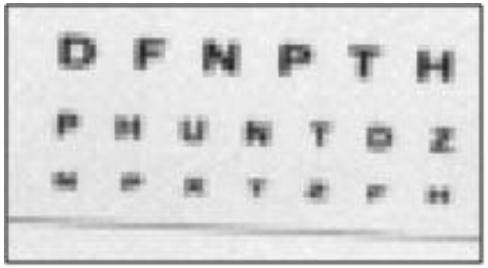
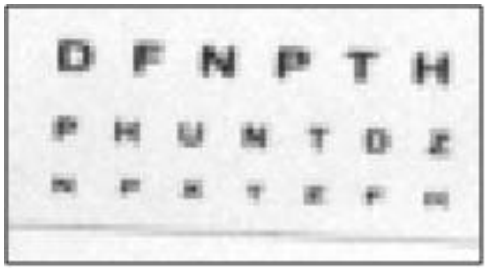
وضوح: میزان جزییات قابل تشخیص در تصویر

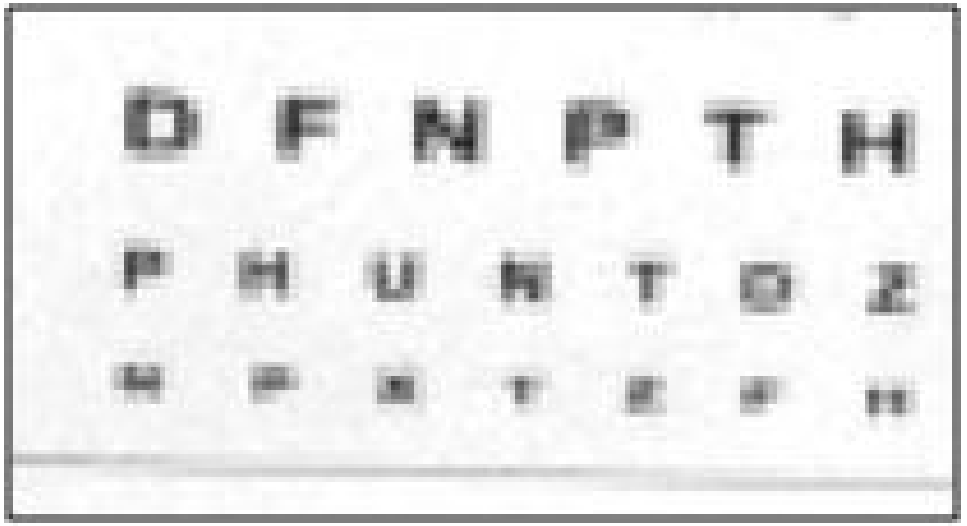
یک مثال



یک مثال



تاریخچه وضوح برتر

- روشی برای افزایش وضوح تصاویر دریافتی از ماهواره در سال ۱۹۸۴، توسط تی‌سای و هوآنگ[1] [Tsai and Huang, 1984].
- کاربردها:
  - پزشکی
  - نظامی
  - مراقبت بینایی
  - و ...

[1] Tsai and Huang

تاریخچه وضوح برتر

- روشی برای افزایش وضوح تصاویر دریافتی از ماهواره در سال ۱۹۸۴، توسط تی‌سای و هوآنگ[۱] [Tsai and Huang, 1984].
- کاربردها:
  - پزشکی
  - نظامی
  - مراقبت بینایی
  - و ...

[۱] Tsai and Huang

زیرمسائل

دو مسئله‌ی اصلی در الگوریتم‌های وضوحِ برتر :

- باید تمام تصاویر ورودی دقیقاً نسبت به هم و روی یک شبکه‌ی مشترک تنظیم شوند (ثبت تصویر)[۲]
- بایستی تصویر نهایی از روی این تصاویر تنظیم شده بازسازی شود[۳].

[۲] Registration
[۳] Reconstruction

زیرمسائل

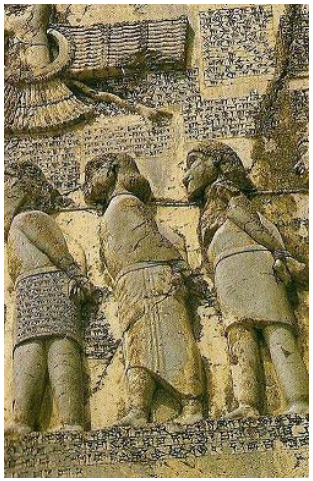
دو مسئله‌ی اصلی در الگوریتم‌های وضوحِ برتر :

- باید تمام تصاویر ورودی دقیقاً نسبت به هم و روی یک شبکه‌ی مشترک تنظیم شوند (ثبت تصویر)[۲]
- بایستی تصویر نهایی از روی این تصاویر تنظیم شده بازسازی شود[۳].

[۲] Registration
[۳] Reconstruction

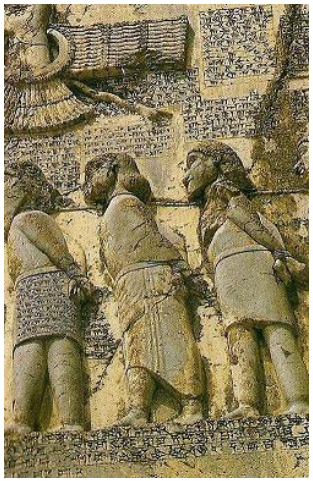
مسئلهٔ ما:افزایش وضوح یک تصویر با استفاده از تعدادی تصویر با وضوح بالا

یک تصویر با وضوح پایین از نقش برجسته‌ی داریوش در بیستون



مسئلهٔ ما:افزایش وضوح یک تصویر با استفاده از تعدادی تصویر با وضوح بالا

یک تصویر با وضوح پایین از نقش برجسته‌ی داریوش در بیستون



کاربردهایی از این حالت خاص

- برداشت عکس‌هایی با وضوح متفاوت به دلیل محدودیت حافظه‌ی دوربین،
- به صورت ناخواسته، دوربین روی وضوح پایین تنظیم شده بوده است،
- گرفتن عکس از صحنه از زوایای مختلف توسط یک یا چند نفر،
- محدودیت میدان دیدِ[۴]

[۴] Field of view

کاربردهایی از این حالت خاص

- برداشت عکس‌هایی با وضوح متفاوت به دلیل محدودیت حافظه‌ی دوربین،
- به صورت ناخواسته، دوربین روی وضوح پایین تنظیم شده بوده است،
- گرفتن عکس از صحنه از زوایای مختلف توسط یک یا چند نفر،
- محدودیت میدان دیدِ[۴]

[۴] Field of view

کاربردهایی از این حالت خاص

- برداشت عکس‌هایی با وضوح متفاوت به دلیل محدودیت حافظه‌ی دوربین،
- به صورت ناخواسته، دوربین روی وضوح پایین تنظیم شده بوده است،
- گرفتن عکس از صحنه از زوایای مختلف توسط یک یا چند نفر،
- محدودیت میدان دیدِ[۴]

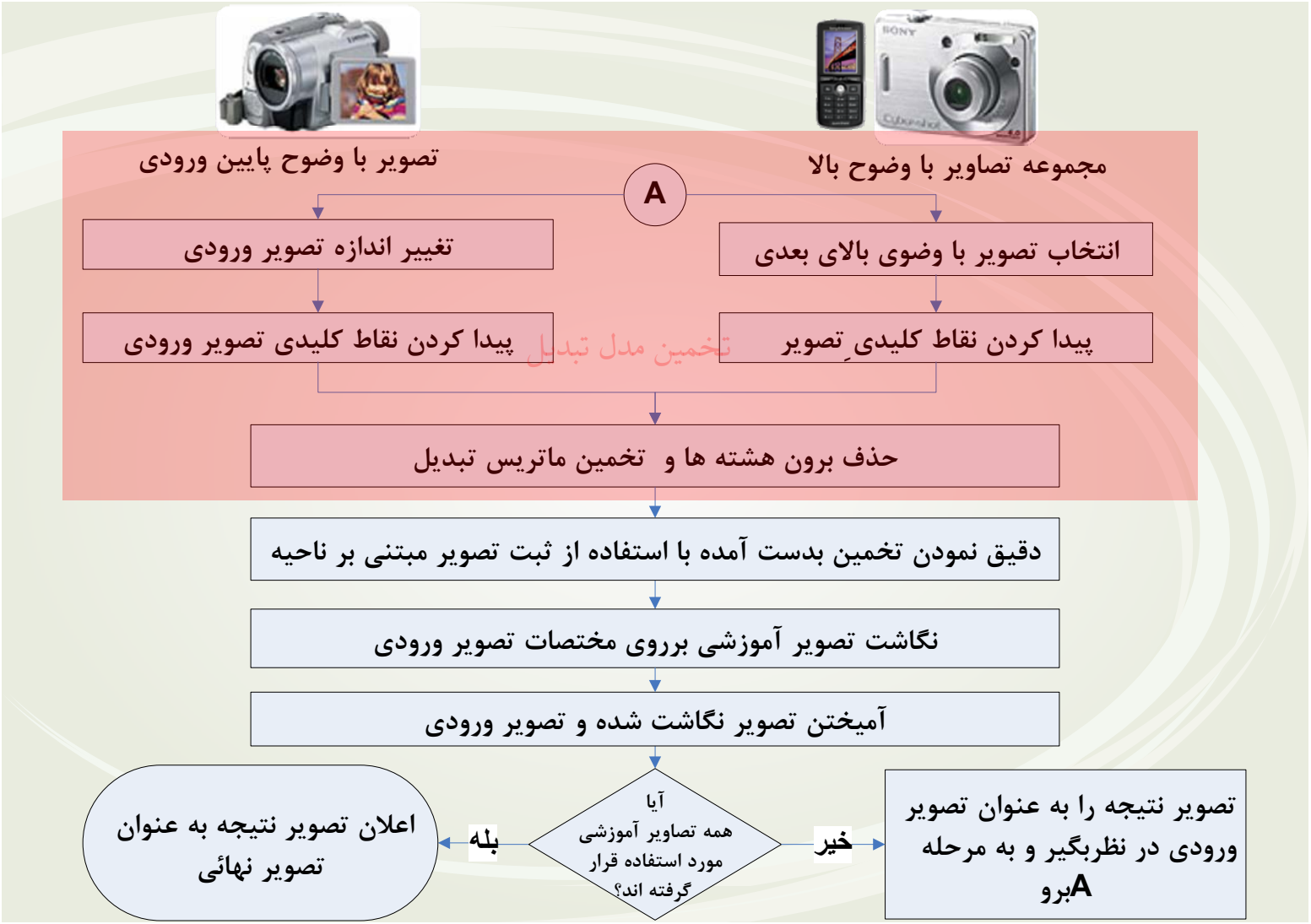
[۴] Field of view

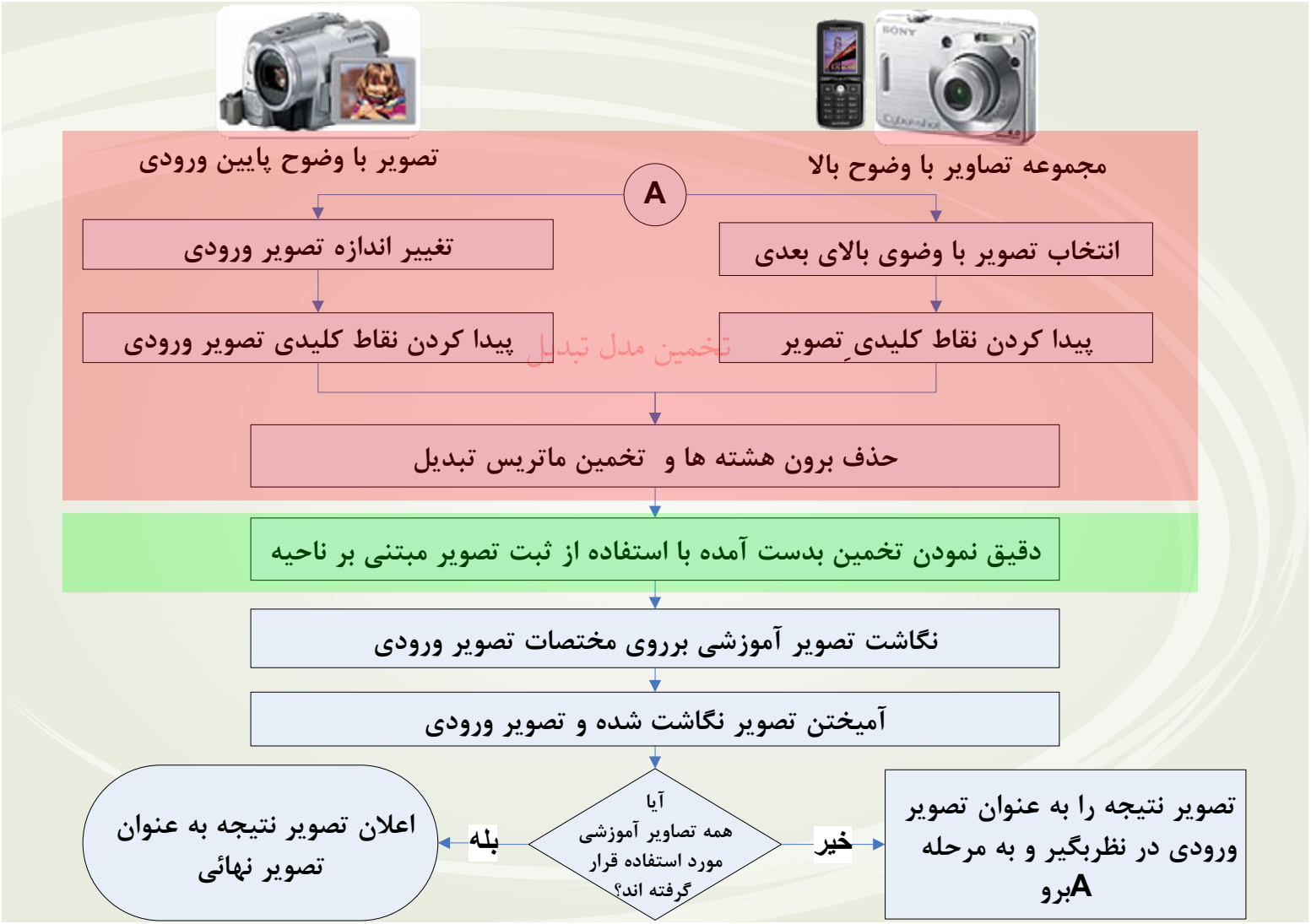
کاربردهایی از این حالت خاص

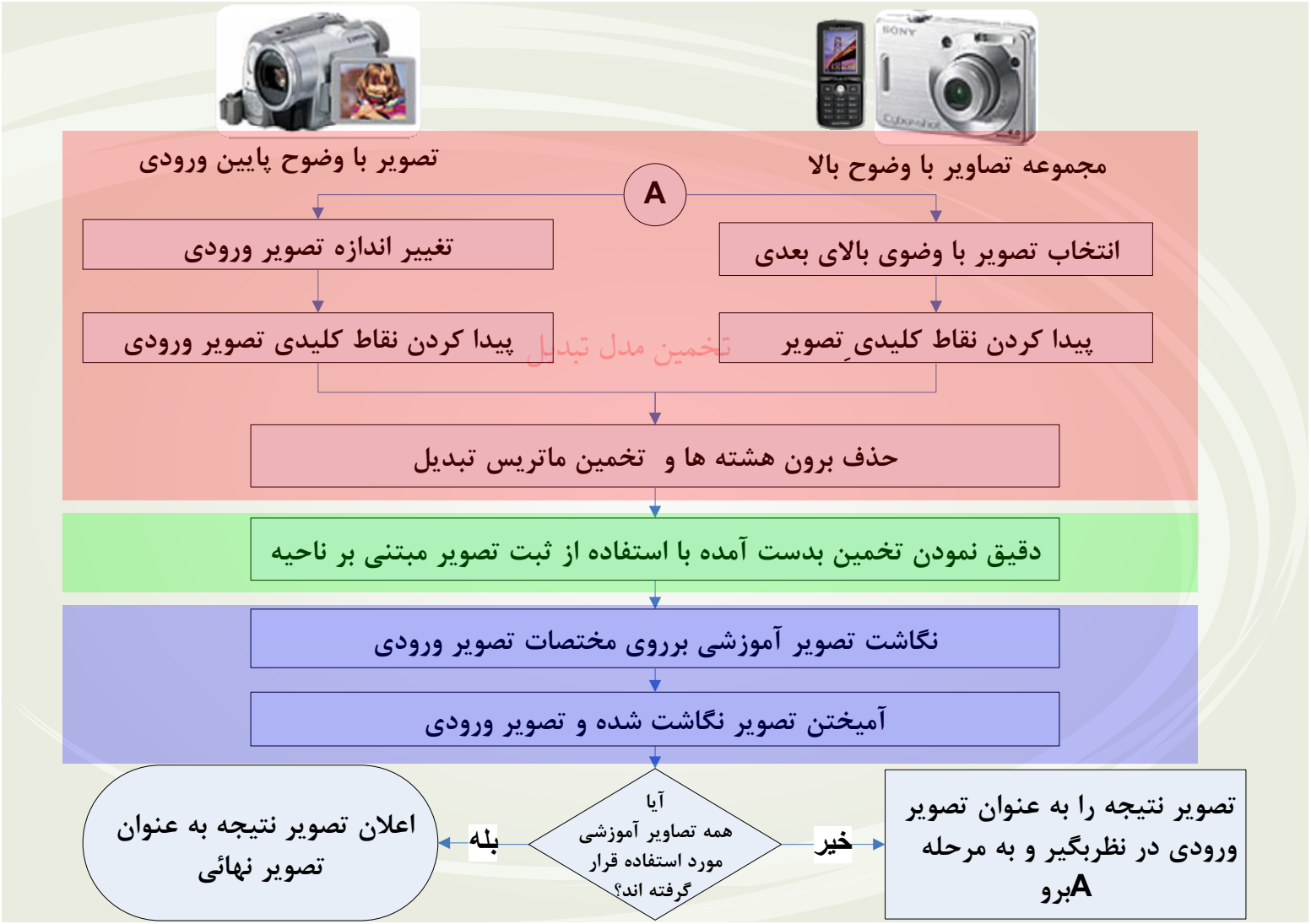
- برداشت عکس‌هایی با وضوح متفاوت به دلیل محدودیت حافظه‌ی دوربین،
- به صورت ناخواسته، دوربین روی وضوح پایین تنظیم شده بوده است،
- گرفتن عکس از صحنه از زوایای مختلف توسط یک یا چند نفر،
- محدودیت میدان دیدِ[۴]

[۴] Field of view

تصویر با وضوح پایین ورودی
مجموعه تصاویر با وضوح بالا
A
تغییر اندازه تصویر ورودی
انتخاب تصویر با وضوی بالای بعدی
پیدا کردن نقاط کلیدی تصویر ورودی
پیدا کردن نقاط کلیدی ِتصویر
حذف برون هشته ها و تخمین ماتریس تبدیل
دقیق نمودن تخمین بدست آمده با استفاده از ثبت تصویر مبتنی بر ناحیه
نگاشت تصویر آموزشی برروی مختصات تصویر ورودی
آمیختن تصویر نگاشت شده و تصویر ورودی
آیا همه تصاویر آموزشی مورد استفاده قرار گرفته اند؟
بله
خیر
اعلان تصویر نتیجه به عنوان تصویر نهائی
تصویر نتیجه را به عنوان تصویر ورودی در نظربگیر و به مرحله Aبرو


تصویر با وضوح پایین ورودی
مجموعه تصاویر با وضوح بالا
A
تغییر اندازه تصویر ورودی
انتخاب تصویر با وضوی بالای بعدی
پیدا کردن نقاط کلیدی تصویر ورودی
پیدا کردن نقاط کلیدی ِتصویر
تخمین مدل تبدیل
حذف برون هشته ها و تخمین ماتریس تبدیل
دقیق نمودن تخمین بدست آمده با استفاده از ثبت تصویر مبتنی بر ناحیه
نگاشت تصویر آموزشی برروی مختصات تصویر ورودی
آمیختن تصویر نگاشت شده و تصویر ورودی
آیا همه تصاویر آموزشی مورد استفاده قرار گرفته اند؟
بله
خیر
اعلان تصویر نتیجه به عنوان تصویر نهائی
تصویر نتیجه را به عنوان تصویر ورودی در نظربگیر و به مرحله Aبرو


مجموعه تصاویر با وضوح بالا
تصویر با وضوح پایین ورودی
A
انتخاب تصویر با وضوی بالای بعدی
تغییر اندازه تصویر ورودی
پیدا کردن نقاط کلیدی ِتصویر
پیدا کردن نقاط کلیدی تصویر ورودی
تخمین مدل تبدیل
حذف برون هشته ها و تخمین ماتریس تبدیل
دقیق نمودن تخمین بدست آمده با استفاده از ثبت تصویر مبتنی بر ناحیه
نگاشت تصویر آموزشی برروی مختصات تصویر ورودی
آمیختن تصویر نگاشت شده و تصویر ورودی
آیا همه تصاویر آموزشی مورد استفاده قرار گرفته اند؟
بله
خیر
اعلان تصویر نتیجه به عنوان تصویر نهائی
تصویر نتیجه را به عنوان تصویر ورودی در نظربگیر و به مرحله Aبرو


تصویر با وضوح پایین ورودی
مجموعه تصاویر با وضوح بالا
A
تغییر اندازه تصویر ورودی
انتخاب تصویر با وضوی بالای بعدی
پیدا کردن نقاط کلیدی تصویر ورودی
پیدا کردن نقاط کلیدیِ تصویر
تخمین مدل تبدیل
حذف برون هشته ها و تخمین ماتریس تبدیل
دقیق نمودن تخمین بدست آمده با استفاده از ثبت تصویر مبتنی بر ناحیه
نگاشت تصویر آموزشی برروی مختصات تصویر ورودی
آمیختن تصویر نگاشت شده و تصویر ورودی
آیا همه تصاویر آموزشی مورد استفاده قرار گرفته اند؟
بله
خیر
اعلان تصویر نتیجه به عنوان تصویر نهائی
تصویر نتیجه را به عنوان تصویر ورودی در نظربگیر و به مرحله Aبرو

پیدا کردن نقاط کلیدی

انواع نقاط کلیدی

- گوشه‌ها
- نقاط کلیدی SIFT (تبدیل ویژگی نامتغیر با مقیاس) [۵]

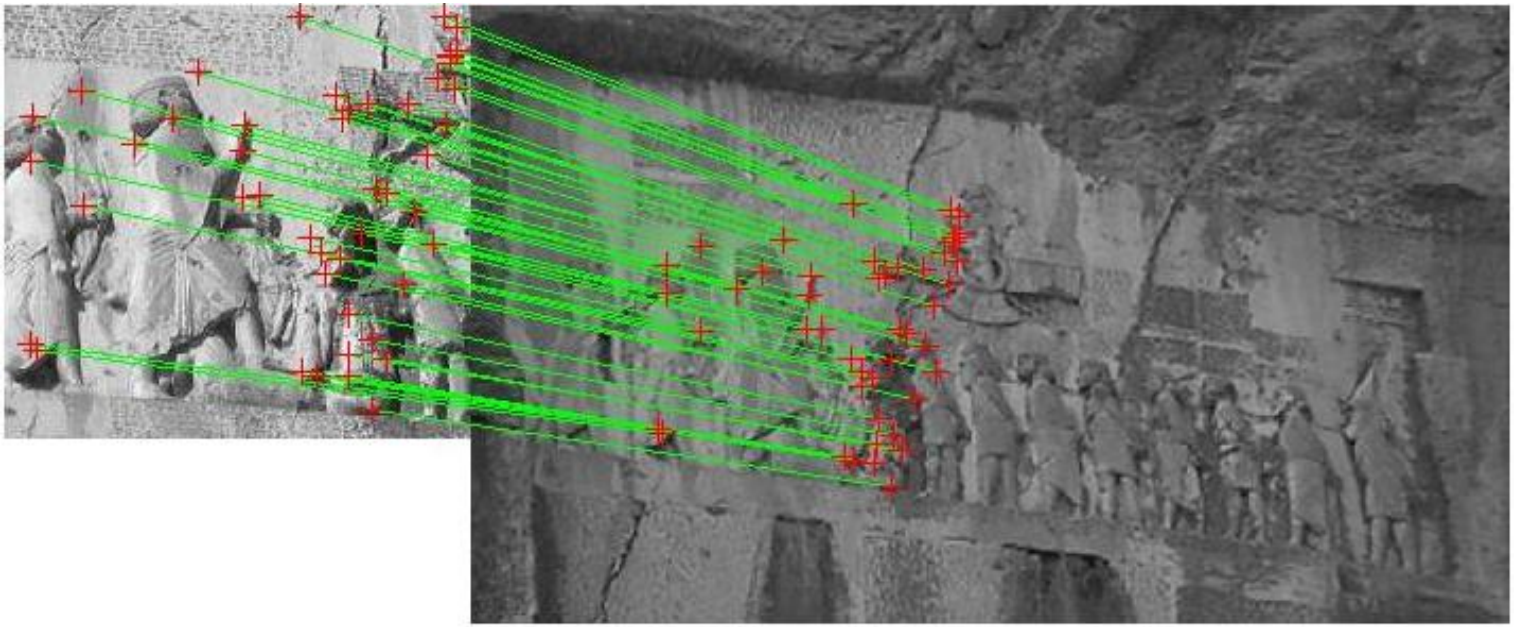
(SIFT) Scale Invariant Feature Transform

تغییر اندازه‌ی تصویر ورودی

- انتخاب یک ضریب بزرگنمایی ثابت (r)
- ناکارا بودن برای مسئله ما
- تخمین r بر اساس نسبت اندازه‌ی اشیاء مشترک در دو تصویر

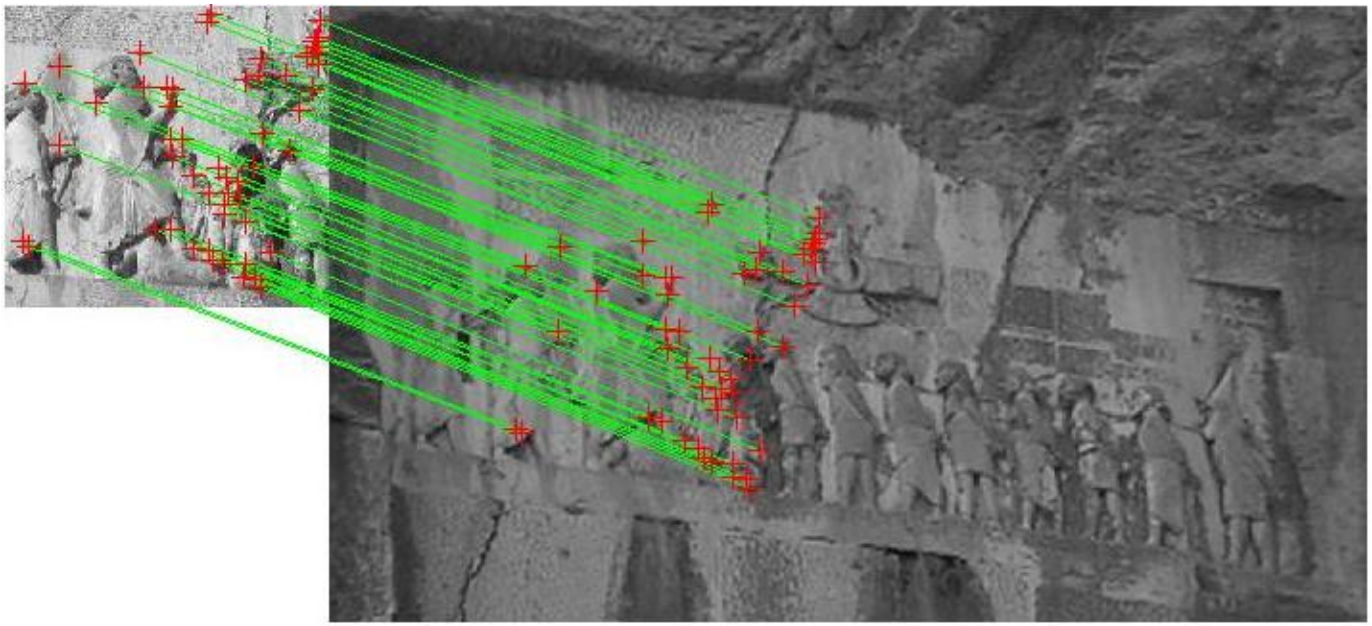
تغییر اندازه‌ی تصویر ورودی

- انتخاب یک ضریب بزرگنمایی ثابت (r)
- ناکارا بودن برای مسئله ما
- تخمین r بر اساس نسبت اندازه‌ی اشیاء مشترک در دو تصویر



تغییر اندازه‌ی تصویر ورودی

- انتخاب یک ضریب بزرگنمایی ثابت (r)
- ناکارا بودن برای مسئله ما
- تخمین r بر اساس نسبت اندازه‌ی اشیاء مشترک در دو تصویر



حذف برون‌هشته‌ها و تخمین ماتریس تبدیل

با الگوریتم RANSAC

الگوریتم معروف RANSAC[۶] [Fischler and Bolles, 1981]، مجموعه دادگان را به دو مجموعه‌ی درون هشته‌ها [۷] و برون هشته‌ها[۸] افراز نموده و همزمان تخمینی از مدل بر اساس مجموعه‌ی حداقل با بیشترین تصدیق[۹] را بدست می‌دهد [Hartley and Zisserman, 2004].

---

۶ RANdom SAmple Consensus

۷ Inliers (The largest consensus set)

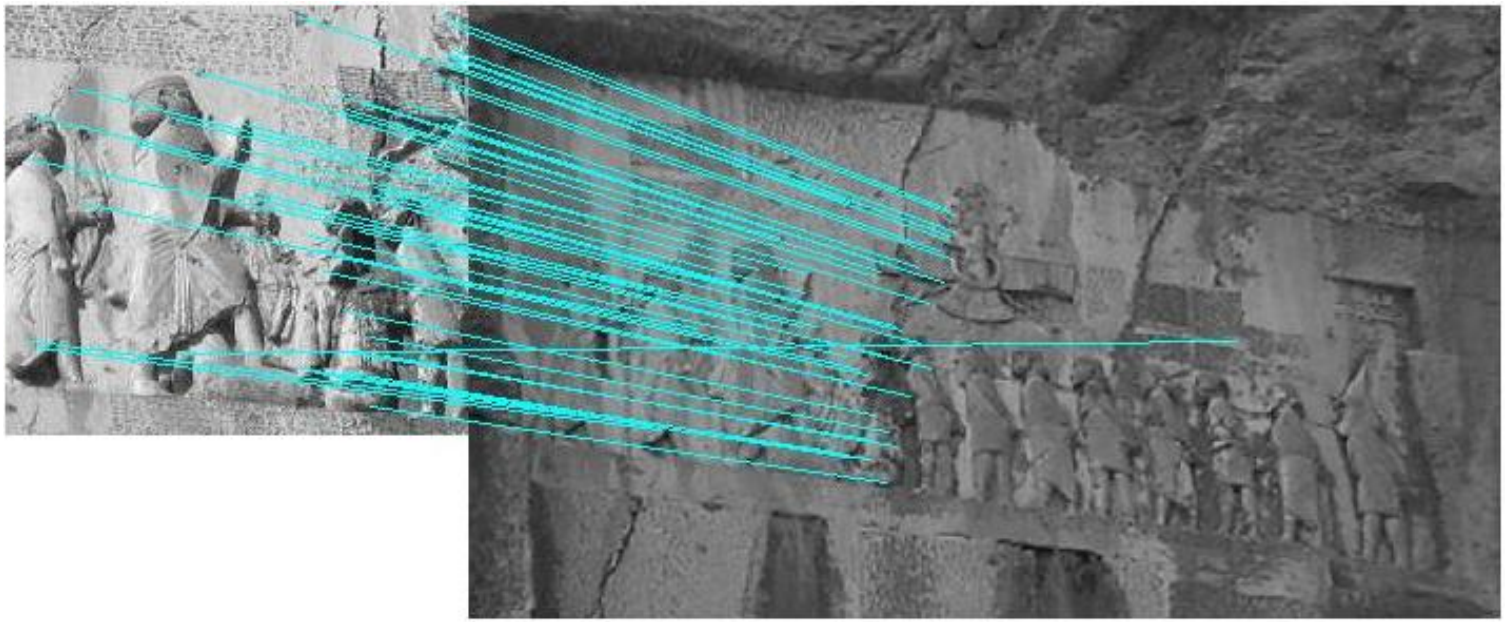
۸ Outliers (The rest of the data set)

۹ The minimal set with greatest support

حذف برون‌هشته‌ها و تخمین ماتریس تبدیل

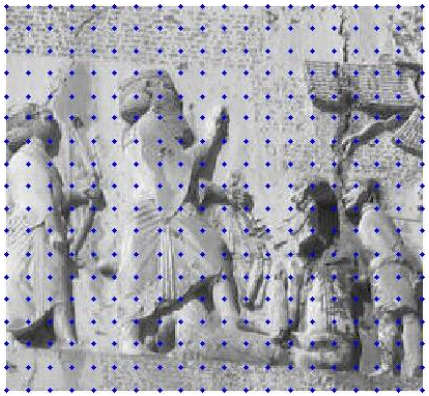
با الگوریتم RANSAC

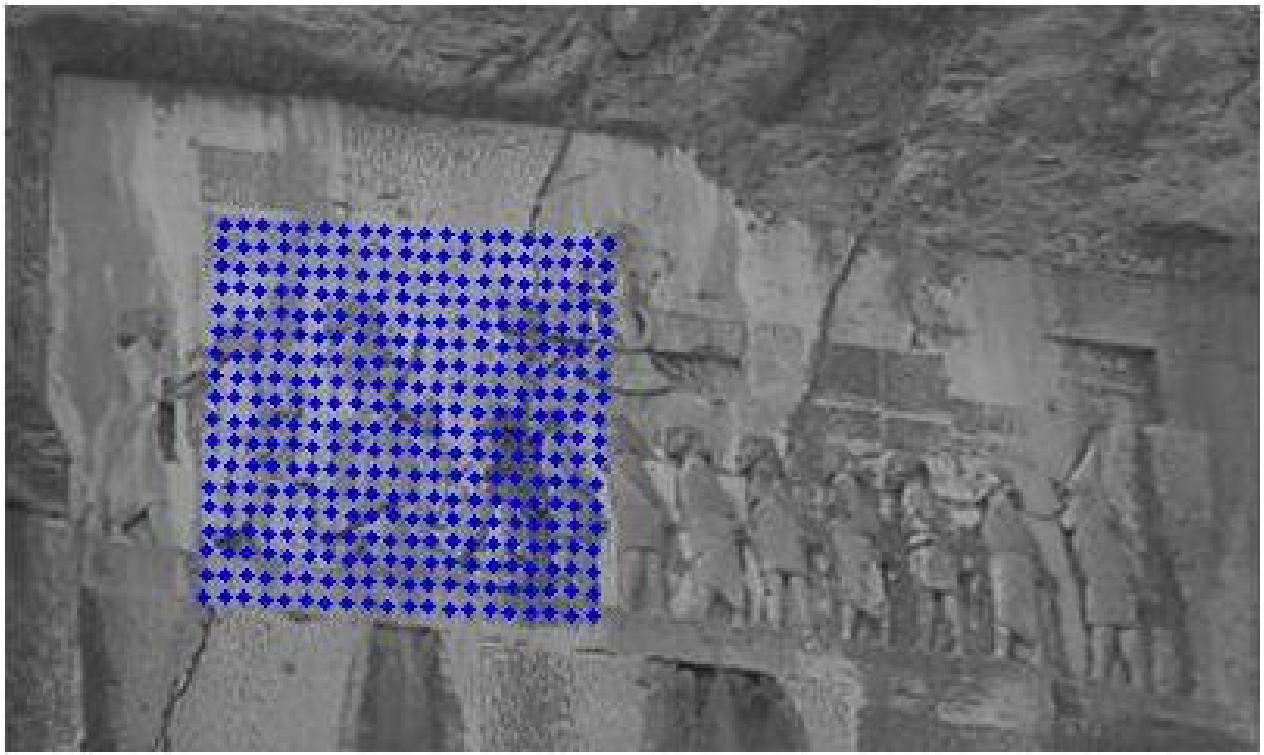
الگوریتم معروف RANSAC[۶] [Fischler and Bolles, 1981]، مجموعه دادگان را به دو مجموعه‌ی درون هشته‌ها [۷] و برون هشته‌ها[۸] افراز نموده و همزمان تخمینی از مدل بر اساس مجموعه‌ی حداقل با بیشترین تصدیق[۹] را بدست می‌دهد [Hartley and Zisserman, 2004].



۶ RANdom SAmple Consensus

نگاشت تصویر آموزشی بر اساس این تخمین





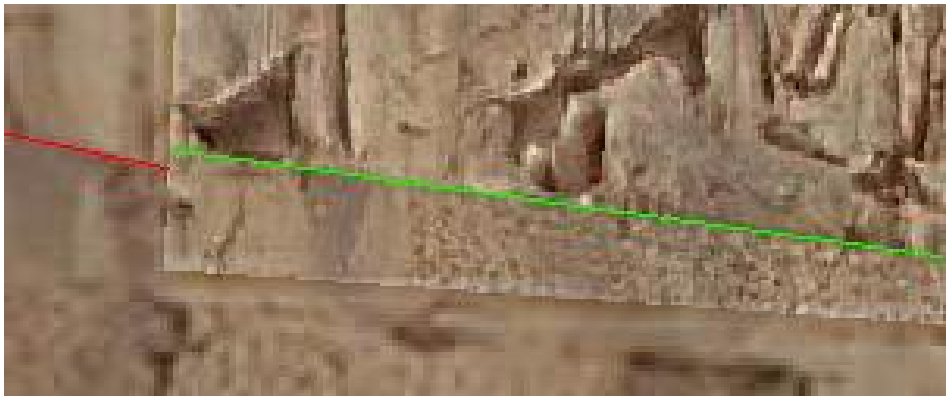
نگاشت تصویر آموزشی بر اساس این تخمین

چرا دقیق‌تر؟

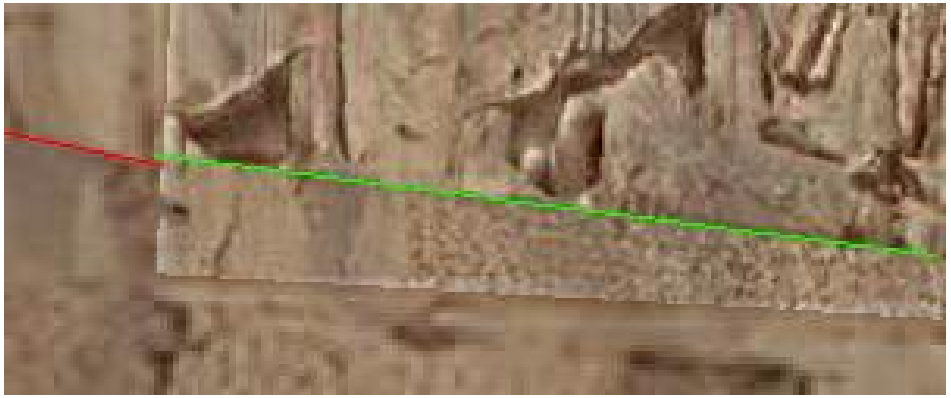
چرا دقیق‌تر؟

چرا دقیق‌تر؟

قبل از دقیق نمودن



پس از دقیق نمودن



چگونه دقیق‌تر؟

با الگوریتم لوکاس- کانادLucas and Kanade, 1981]

Input: The reference image I and template image T.
Output: The warp model $\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p})$.
Repeat

1. *Warp* I *with* $\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p})$ *to compute* $I(\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p}))$.
2. *Compute the error image* $T(x) - I(\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p}))$.
3. *Warp the gradient* ∇I *with* $\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p})$.
4. *Evaluate the Jacobian* $\frac{\partial \mathbf{W}}{\partial \mathbf{p}}$ *at* $(\mathbf{x};\mathbf{p})$.
5. *Compute the steepest descent images* $\nabla I \frac{\partial \mathbf{W}}{\partial \mathbf{p}}$.
6. *Compute* $H = \sum_x [\nabla I \frac{\partial \mathbf{W}}{\partial \mathbf{p}}]^T [\nabla I \frac{\partial \mathbf{W}}{\partial \mathbf{p}}]$.
7. *Compute* $\triangle \mathbf{p} = H^{-1} \sum_x [\nabla I \frac{\partial \mathbf{W}}{\partial \mathbf{p}}]^T [T(\mathbf{x}) - I(\mathbf{W}(\mathbf{x};\mathbf{p}))]$.
8. *Update the parameters* $\mathbf{p} \leftarrow \mathbf{p} + \triangle \mathbf{p}$.

Until $||\triangle \mathbf{p}|| \leq \epsilon$ or Reaching to Maximum Iteration allowed

آمیختن یا ترکیب (Fusion)

روشهای ترکیب

- همرنگ‌سازی چند بانده [Burt and Adelson, 1983]

آمیختن یا ترکیب (Fusion)

روشهای ترکیب

- همرنگ‌سازی چند بانده [Burt and Adelson, 1983]
- تبدیل موجک [Hill et al., 2002]

تصویر نهایی تولید شده
با نمایش قاب‌ها

تصویر نهایی تولید شده
بدون نمایش قاب‌ها

تصویر نهایی تولید شده

تصویر اولیه

مقایسه‌ی بصری

Freeman

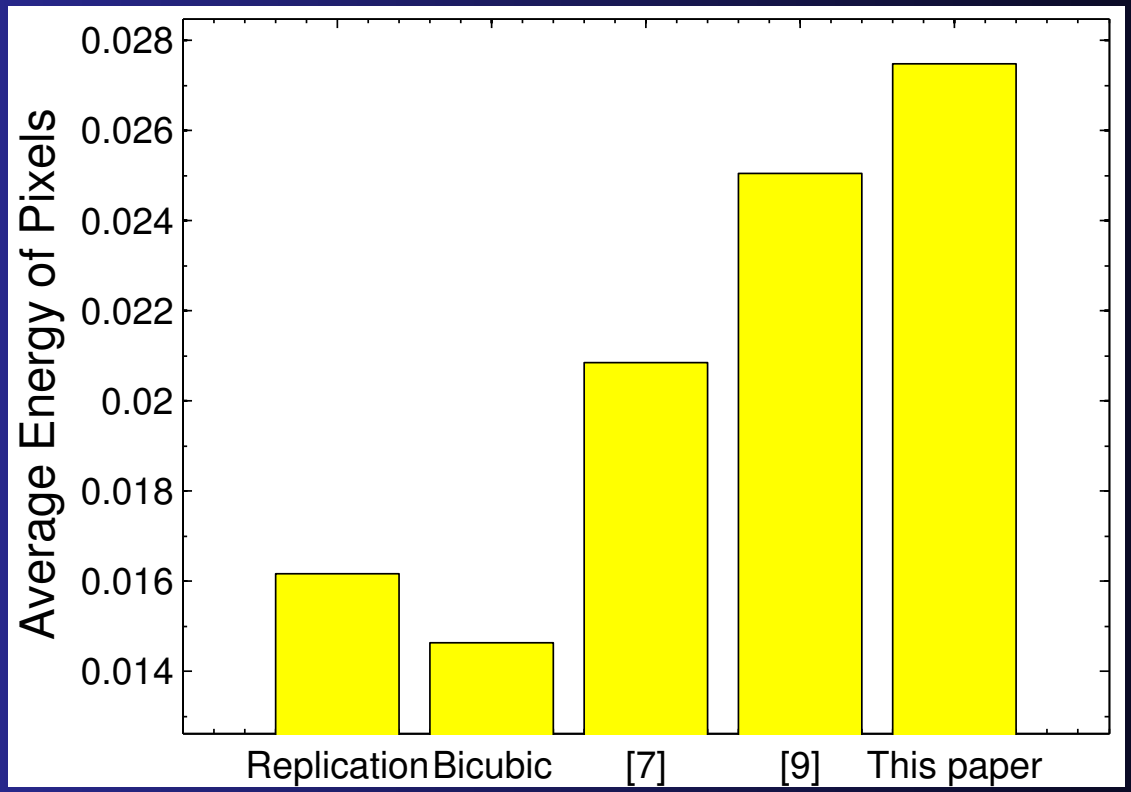
Nearest

روش پیشنهادی در این مقاله

روش قبلی ارائه شده در کنفرانس بینایی ماشین

مقایسه‌ی کمّی

انرژی تصویر: $e(I) = |\frac{\partial I}{\partial x}| + |\frac{\partial I}{\partial y}|$



با تشکر از شما و همچنین اعضای گروه زی‌پرشین(XeTeXPersian)

؟

مراجع

Peter J. Burt and Edward H. Adelson. A multiresolution spline with application to image mosaics. *ACM Trans. Graph.*, 2(4):217–236, 1983. ISSN 0730-0301.

Martin A. Fischler and Robert C. Bolles. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Commun. ACM*, 24(6):381–395, 1981.

R. I. Hartley and A. Zisserman. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press, ISBN: 0521540518, second edition, 2004.

Paul Hill, Nishan Canagarajah, and Dave Bull. Image fusion using complex wavelets. In *BMVC2002*, pages 487–496, 2002.

B.D. Lucas and T. Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. In *IJCAI81*, pages 674–679, 1981.

R. Tsai and T. Huang. Multiframe image restoration and registration. In R. Y. Tsai and T. S. Huang, editors, *Advances in Computer Vision and*