

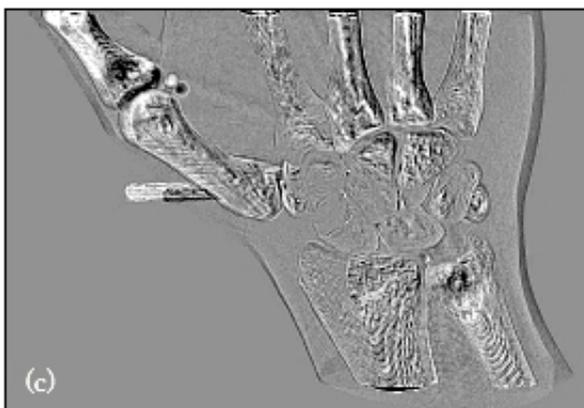
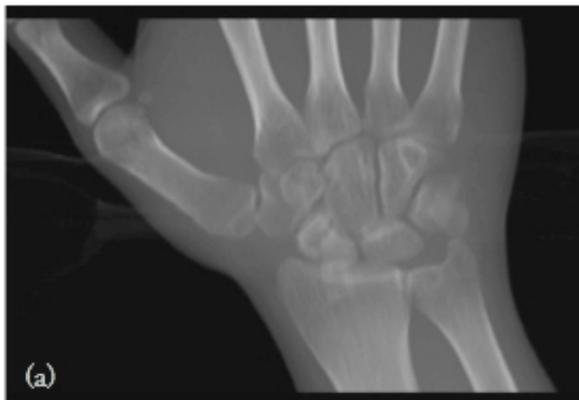
# Простой метод оценки радиографических искажений при скинтиграфическом обследовании кисти

Kieran P. Maher, MSc, PhD  
Medical Imaging Department, St Vincent's Hospital Melbourne, Australia  
[kieren.maher@svhm.org.au](mailto:kieren.maher@svhm.org.au)

Тогда как, как изображение руки фразу Рентген являлось возможно первым рентгенографическим снимком человеческого тела, базовый принцип радиографической визуализации до сих пор используется для диагностики заболеваний и травм рук и кистей (Schernberg, 1990; Feipel и др.1998; Guglielmi и др.2001). Скintиграфия костей имеет более недавнюю историю, став неизменным инструментом анализа состояния скелета на протяжении последних 30 лет (Ganel и др. 1979; O'Connor и др., 1991; Love и др. 2003). Взаимосвязь таких изображений кисти была неоднократно показана, главным образом для улучшения выявления поражений тканей (Jørgensen и др., 1979; Matin 1979; Rolfe и др., 1981; Stordahl и др. 1984; Schmidt & Deininger, 1985; Young и др, 1988; van Beek и др., 1990; Tiel-van Buul и др., 1992; Tiel-van Buul и др., 1993; Brown, 1995; Kwan & Strauss, 1996). Более того, изотопное сканирование костей стало закрепившимся дополнительным методом исследованием, который используется для пациентов с сложно читаемыми снимками, особенно в случае травм. (McDougall и Keeling, 1988). В ответ на эти открытия, компьютеризированная регистрация и объединение изображений запястья было впервые применено почти 20 лет назад и показало улучшение в локализации мест повреждения тканей. (Hawkes и др. 1991). Похожие успешные результаты были впоследствии изложены в литературе (Bird и Barber, 1997; Roolker и др. 1997; Mohamed и др. 1997; Wilson и др. 1997; Mannion и др. 1997). Недавно, методики со-получения изображений кисти были описаны в тексте (Dutton & Fogelman, 2001), чувствительность и специфика описаны в (Mohan и др. 2002) и также разработан алгоритм управления скрытой болью в кисти (Mulholland и др., 2006).

Из анализа литературы следует отметить, что мало внимания уделяется проблеме присутствующих искажений в 2-D рентгенографии и их результирующий эффект на достоверность со-регистрации. Например, допущение о геометрии изображения в AP радиографии запястья покажет увеличение около 5%, в случае если используется FFD 100 см, незначительно возрастает, благодаря полутени, которая возникает вследствие конечности фокального пятна (Heggie и др., 2001). Вдобавок, может наблюдаться явление: рентгеновский пучок по своей природе отклоняется, что в свою очередь приведет к пространственным искажениям, которые будут только увеличиваться по мере увеличения расстояния от центрального луча. Значительность эффекта может калиброваться сравнением объема изображения обследования СТ кисти, используя параллельные и проекции и проекции в перспективе, как показано ниже. Изображение слева иллюстрирует 2-D вид, сформированный параллельными лучами, который может представлять фактические пространственные взаимоотношения между различными костями, тогда как

изображение справа показывает, как эти взаимоотношения искажаются, как в плоской радиографии. Различие между этими двумя изображениями очень небольшое для взгляда неопытного наблюдателя и показано на следующем рисунке для демонстрации эффекта искажения. Отметим, что искажения увеличиваются из центра изображения, где проекция в перспективе, к периферии изображения.

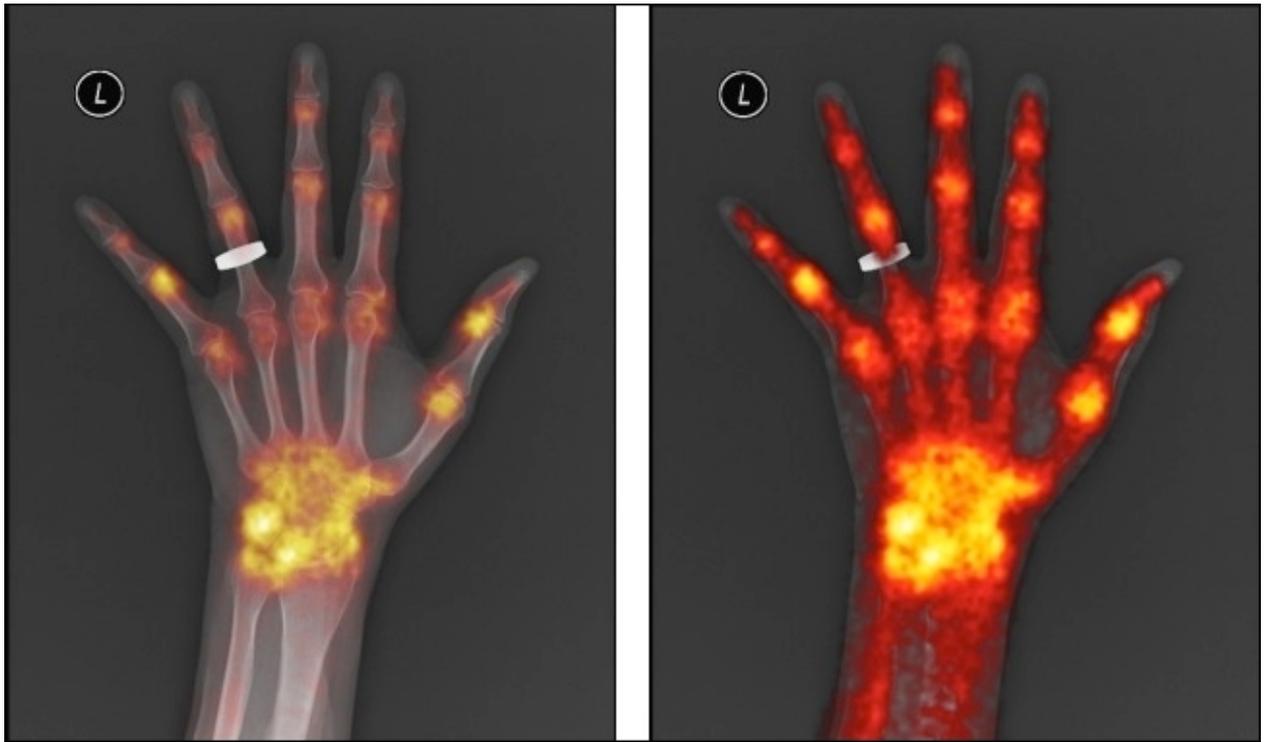


*Объемные изображения СТ снимка руки пациента с использованием (а) параллельной проекции и проекции в перспективе (б). Разница между этими изображениями показана в (с), где средний уровень серого цвета показывает отсутствие различия*

Это техническое замечание описывает простой метод, который может быть использован для оценивания ряда и протяженности таких искажений.

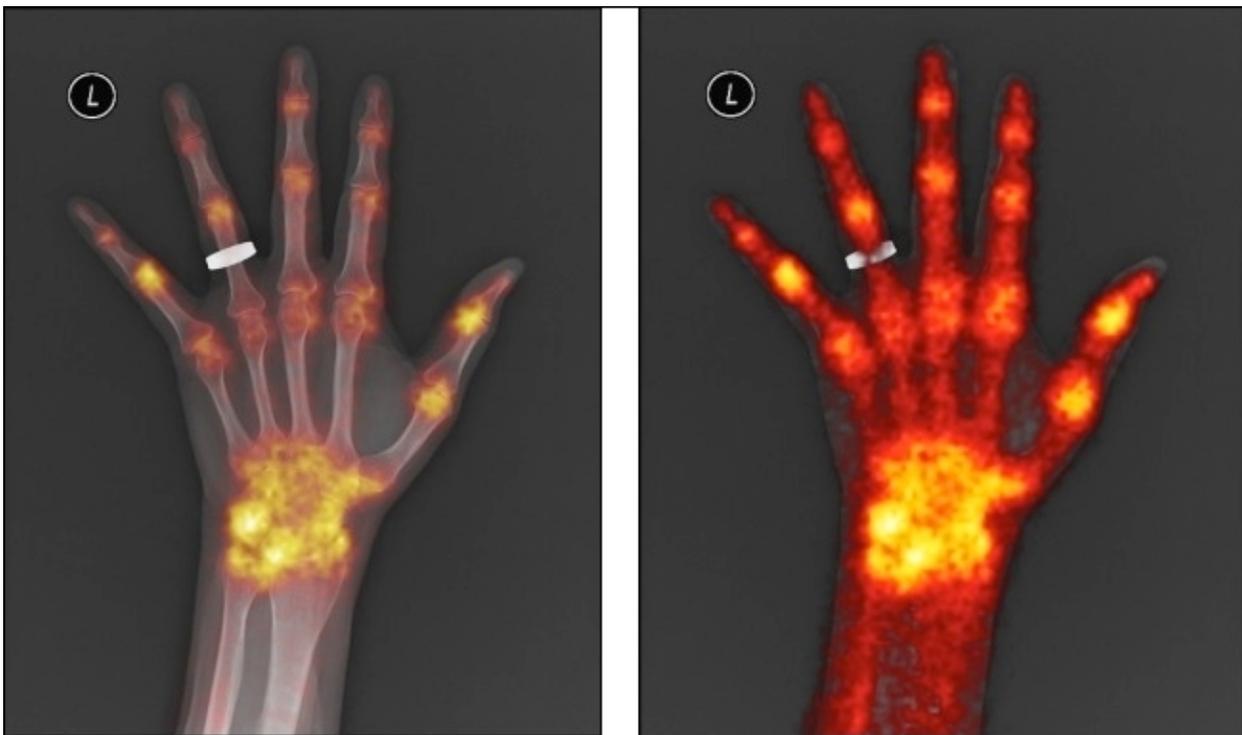
Мощная медицинская техника регистрации изображений базируется на общем подходе, который называется Взаимная Информация (MI), из-за своих преимуществ, с точки зрения автоматизации, скорости и простоты применения в клинической среде. Подход MI впервые был описан около 15 лет назад (Viola & Wells, 1997) и его дальнейшее развитие и внедрение обширно освещалось (Little & Hawkes, 1997; Hawkes, 1998; Maintz & Viergever, 1998; Pluim et al, 2003; Zitova, 2003). Вдобавок, тематика часто фигурирует в недавних научных трудах (Neri и др. 2007).

Алгоритмы MI могут быть в общем случае применены с и без увеличения изображения, применяемого в процессе выравнивания. Следующий рисунок демонстрирует пример регистрации с примененным масштабированием в программе Hermes Multimodality (Hermes). Отметим, что в то время как качество регистрации изображения кажется оправданным в области кисти, присутствует значительное несоответствие в области краев цифр, и в меньшей степени в суставах фаланг пальцев, а также в области кольца пациента. Эта разница может быть приписана искажениям, появившимся из-за расходящихся рентгеновских лучей, как было описано ранее.



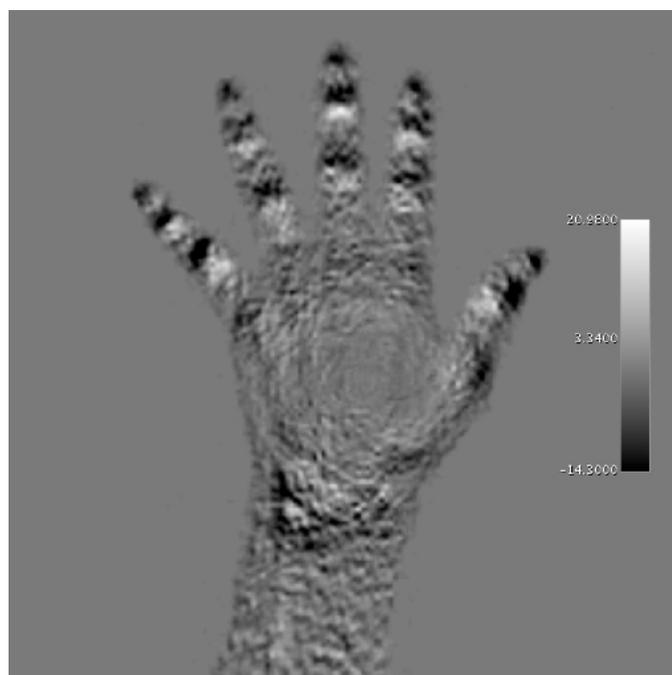
*Кость, заснятая рентген-аппаратом с примененным масштабированием, с использованием окна для сканирования кости для выделения «горячих» узлов слева, и для проведения калибровки справа.*

Регистрация с ограниченным отношением X/Y показана на следующем рисунке для сравнения. Отметим, что эти изображения демонстрируют улучшенный обзор всех областей на регистрируемом изображении.



*Кость, сканированная на рентген-аппарате с фиксированным отношением X/Y, используя окно для сканирования кости и выделения «горячих» узлов слева, и проведения калибровки справа .*

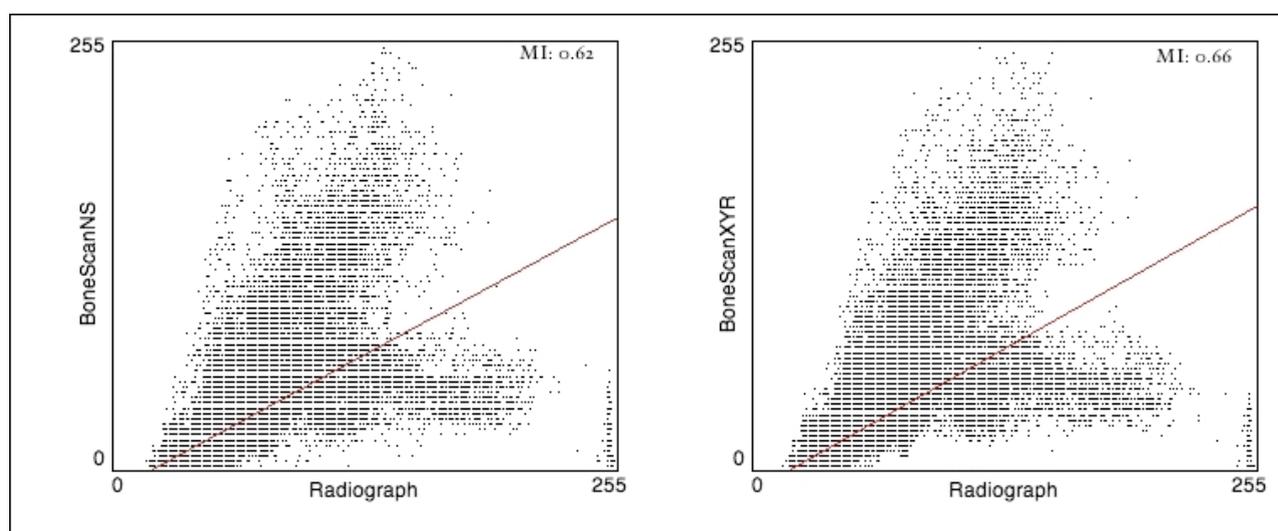
Различие между этими двумя изображениями кисти имеют пространственные характеристики, которые можно выделить, используя шкалу градаций серого, как показано на рисунке ниже:



*Разница между снимком костей, полученных с масштабированием и фиксированным соотношением X/Y, без отличий представлены средним уровнем серого цвета.*

Отметим, что различия минимальны в круглой области справа и снизу от центра изображения. Это соответствует расположению центрального луча рентгенаппарата. Отметим также, что различие возрастает радиально вокруг этой области, что влияет на регистрацию, что наиболее заметно в местах суставов костей фаланг пальцев.

Еще один взгляд на ситуацию показан на гистограммах изображений костей фаланг пальцев:



*Гистограммы сустава для снимков с масштабированием (слева) и фиксированным значением соотношения X/Y (справа). Изображения конвертированы к разрешению 256 x 256 x 8 бит для сравнения*

Отметим, что регистрация изображения с фиксированным соотношением X/Y создает показатель MI, который немного выше, чем показатель при принудительном масштабировании. Другими словами, он показывает, что регистрация лучше в предыдущем случае. Однако, исходя из описанных ранее обсуждений, это необязательно так, когда искажения радиограммной проекции берутся во внимание.

В заключение следует отметить, из этого технического замечания, что процесс регистрации принудительного масштабирования, вероятно, представляет приемлемое выравнивание костей запястья в том случае, если область центрального луча, как описано выше, располагается таким образом, что окружает эти области (используя подходящие SID, например) и это несоответствие будет видимым тем сильнее, чем дальше периферия будет находиться от этой области. Отметим, что отдаленная от центра локтевая кость может быть подвержена этому несоответствию, как в случае описанному выше, пока область центрального луча не будет смещена или/и расширена.

## Ссылки

- Bird NJ & Barber RW, 1997. Co-registration of radionuclide images and plain film X-rays. *Nuclear Medicine Communications*, 18, 291
- Brown JN, 1995. The suspected scaphoid fracture and isotope bone imaging. *Injury*, 26(7) 479-82
- Dutton J & Fogelman I, 2001. Bone scintigraphy. In: Guglielmi G et al., Eds, *Fundamentals of Hand and Wrist Imaging* (Springer) pp. 121-138
- Ganel A et al, 1979. Bone scanning in the assessment of fractures of the scaphoid. *Journal of Hand Surgery* 4(6) 540-3
- Hawkes DJ et al, 1991. Registration and display of the combined bone scan and radiograph in the diagnosis and management of wrist injuries. *European Journal of Nuclear Medicine*, 18(9) 752-6
- Hawkes DJ, 1998. Algorithms for radiological image registration and their clinical application. *Journal of Anatomy* 193(3) 347-61
- Heggie JCP, Liddell NA & Maher KP, 2001. *Applied Imaging Technology*, 4th Edition (St Vincent's Hospital Melbourne)
- Kwan W & Strauss HW, 1996. Clinical pathological correlation: Wrist pain. *Journal of Nuclear Medicine* 37(3) 534-6
- Little JA & Hawkes DJ, 1997. The registration of multiple medical images acquired from a single subject: Why, how, what next?. *Statistical Methods in Medical Research*, 6 (3) 239-65
- Maintz JB & Viergever MA, 1998. A survey of medical image registration. *Medical Image Analysis*, 2(1) 1-36
- Mannion SJ et al, 1997. The application of registration of bone scintigram with plain radiographs in the diagnosis and management of wrist injury. *Journal of Hand Surgery (European Volume)* 22B(Suppl 1) 10
- Matin P, 1979. The appearance of bone scans following fractures, including immediate and long-term studies. *Journal of Nuclear Medicine*, 20(12) 1227-31
- McDougall IR & Keeling CA (1988). Complications of fractures and their healing. *Seminars in Nuclear Medicine*, 18, 113-25
- Mohamed A et al, 1997. Registration bone scan in the evaluation of wrist pain. *Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)*, 22(2) 161-6
- Mohan HK et al, 2002. P8. Co-registration of plain X-ray and two-phase 99m Tc-MDP bone scans of wrist impact on diagnostic sensitivity and specificity. *Nuclear Medicine Communications*, 23(4) 407
- Mulholland NJR et al, 2006. Wrist registration scintigraphy: Use by specialist hand surgeons (abstract). *Nuclear Medicine Communications*, 27(3) 290-1
- Neri E, Caramella D & Bartolozzi C, 2007. *Image Processing in Radiology: Current Applications* (Springer)
- O'Connor MK et al, 1991. The art of bone scintigraphy--technical aspects. *Journal of Nuclear Medicine* 32(12) 2332-41
- Pluim JP, Maintz JB & Viergever MA, 2003. Mutual-information-based registration of medical images: a survey. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 22(8) 986-1004

- Rolfe EB et al, 1981. Isotope bone imaging in suspected scaphoid trauma. *British Journal of Radiology*, 54(645) 762-7
- Roolker W et al, 1997. Improved wrist fracture localization with digital overlay of bone scintigrams and radiographs. *Journal of Nuclear Medicine*, 38(10) 1600-3
- Schernberg F, 1990. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 1: The standard and positional views. *Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)* 15(2) 210-9
- Schmidt C & Deininger HK, 1985. [The occult fracture in the roentgen picture and its detection using bone scintigraphy]. *Der Radiologe* 25(3) 104-7
- Stordahl A et al, 1984. Bone scanning of fractures of the scaphoid. *Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)* 9(2) 189-90
- Tiel-van Buul MM et al, 1992. Diagnosing scaphoid fractures: Radiographs cannot be used as a gold standard!. *Injury*, 23(2) 77-9
- Tiel-van Buul MM et al, 1993. Radiography and scintigraphy of suspected scaphoid fracture. A long-term study in 160 patients. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 75(1) 61-5
- Viola P & Wells WM, 1997. Alignment by maximization of mutual information. *International Journal of Computer Vision*, 24, 137-54
- Wilson Y et al, 1997. Detection of an elusive osteoid osteoma using a registration bone scan. *Journal of Hand Surgery (British & European Volume)* 22B(6) 801-4
- Zitova B, 2003. Image registration methods: a survey. *Image and Vision Computing*, 21(11) 977-1000