

Le logiciel EVP Plus est une solution de traitement des images à la pointe de la technologie, spécialement conçue pour les systèmes CR et DR

Introduction

Les techniciens en radiologie doivent pouvoir utiliser une technologie hautement automatisée et efficace dans le cadre de leurs tâches quotidiennes. Leur interaction avec le logiciel doit être minimale. Les radiologues ont également besoin d'être libres de pouvoir spécifier les préférences de visualisation diagnostique propres à leur site.

S'agissant de la technologie de traitement des images, cela signifie que l'ultime défi consiste à atteindre un haut niveau d'automatisation tout en garantissant flexibilité et facilité d'utilisation. Et dans le domaine de la radiographie de projection numérique, il s'agit d'un défi de taille car les images radiographiques des patients prises à l'aide de systèmes de radiographie numérique (DR) à capteurs plans ou de systèmes de radiographie assistée par ordinateur (CR) à écrans photostimulables

requièrent une phase de traitement permettant de transformer les images capturées dans un format adapté à l'interprétation diagnostique.

Le logiciel CARESTREAM DirectView EVP Plus relève ce défi haut la main en matière de radiographie de projection numérique. EVP Plus traite et envoie automatiquement au PACS des images DR et CR de qualité diagnostique en accord avec des préférences de visualisation pouvant être spécifiées pour chaque site.

Traitement des images avec EVP Plus

La figure 1 est un organigramme décrivant les six principales étapes de traitement automatique assurées par l'algorithme EVP Plus.

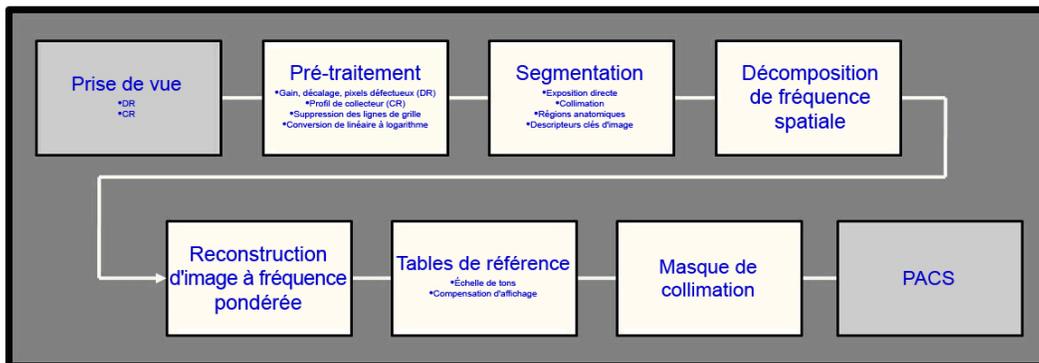


Figure 1 - Organigramme de traitement EVP Plus

Durant l'étape de pré-traitement, différentes corrections telles que l'ajustement du gain et de l'offset du détecteur sont réalisées sur les données de pixels brutes. Ces corrections ont pour effet de calibrer le récepteur d'imagerie afin qu'il délivre une réponse cohérente aux expositions aux rayons X dans le champ de vision. La phase de pré-traitement inclut également une conversion linéaire-logarithmique des valeurs de pixels. Cette conversion logarithmique permet de veiller à ce que la forme de l'histogramme relatif aux valeurs des codes de l'image ne varie pas en fonction du niveau d'exposition et de garantir ainsi un traitement efficace et fiable. Si une grille fixe est utilisée durant l'acquisition des images et qu'un lignage apparaît sur l'image, le logiciel de pré-traitement le détectera et l'amplitude des variations de signal sera atténuée. La suppression du lignage permet de prévenir la survenue de problèmes d'interférence tels que les effets de moiré lorsque les images sont redimensionnées en vue d'être affichées sur des moniteurs PACS.

Une fois le pré-traitement terminé, l'image est segmentée et chaque pixel est classé comme appartenant à l'une des trois régions suivantes : 1) anatomie pertinente pour le diagnostic, correspondant généralement à la région se trouvant à l'intérieur de la ligne cutanée ; 2) collimation ; et 3) exposition directe. La figure 2 identifie les trois principales régions segmentées.

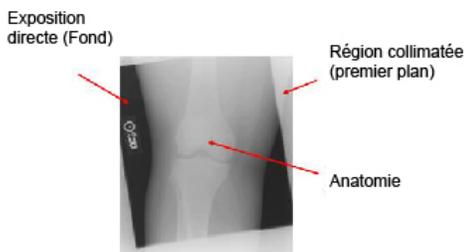


Figure 2 - Trois régions de l'image segmentées

Dans l'anatomie, des algorithmes sont utilisés pour affiner l'estimation des régions importantes du point de vue diagnostic telles que l'os, les tissus mous et l'air. La phase de segmentation permet d'identifier les régions radio-opaques relativement plus petites se trouvant à l'intérieur de la ligne cutanée dont les marqueurs de plomb et les stimulateurs cardiaques.

Le logiciel EVP Plus ignore les valeurs de pixels correspondant aux régions radio-opaques lorsqu'il dérive des paramètres favorisant une augmentation des fréquences spatiales et génère des tables de correspondance pour la restitution de l'échelle des gris. Dans le cas du CR, plusieurs champs d'exposition pourraient être présents sur une seule plaque. Le cas échéant, le logiciel identifie automatiquement chaque région puis traite chaque champ d'exposition comme une image individuelle. La phase de segmentation donne naissance à une série de descripteurs d'image clés ou à plusieurs séries de descripteurs dans le cas d'un examen CR impliquant plusieurs expositions. Ces descripteurs d'image clés sont utilisés pour stimuler une restitution de l'image dépendant du signal.

La première étape de la restitution de l'image consiste en sa décomposition en plusieurs bandes de fréquences. Cette procédure puissante permet de manipuler de manière indépendante le contraste de caractéristiques anatomiques de tailles différentes.

Le contraste relatif de ces caractéristiques peut être ajusté afin de garantir pour chaque type d'examen une visualisation optimale pour l'interprétation diagnostique. Cette décomposition en plusieurs bandes de fréquences implique un processus ayant pour effet de flouter progressivement l'image selon des degrés croissants afin de créer une série d'images filtrées par un filtre passe-bas. Les images générées sont utilisées pour créer une série d'images représentant différentes bandes de fréquences spatiales. Chaque bande de fréquences représente une gamme particulière de tailles de caractéristiques anatomiques. Par exemple, les bandes de basses fréquences représentent d'importantes variations de contraste anatomique comme, par exemple, entre le médiastin et le poumon, alors que les bandes de hautes fréquences représentent de petites variations de contraste telles que la trame osseuse. En outre, les bandes de hautes fréquences contiennent généralement les variations « poivre et sel » associées au bruit quantique.

Une fois l'image décomposée en bandes de fréquences, les valeurs de pixels dans chaque bande sont multipliées par un gain qui augmente ou réduit sensiblement (si le gain est $< 1,0$) le contraste des caractéristiques de l'image représentées par cette bande. Le degré d'augmentation ou de suppression relatif à chaque bande de fréquences spatiales n'est pas une valeur fixe dans le logiciel EVP Plus. Les gains relatifs aux bandes de fréquences dépendent plutôt du niveau d'exposition et de la magnitude des contours. Plus précisément, EVP Plus est doté d'une fonction dépendant de la magnitude des contours qui module le gain afin d'atténuer les artéfacts de halo pouvant

survenir autour des contours à fort contraste. Cette approche permet de mettre en évidence de subtils détails sans trop souligner les contours à fort contraste sujets aux artéfacts de halo (Figure 3).



3a - Artéfact du halo

3b - Traitement EVP Plus

À des niveaux d'exposition diagnostique, la source de bruit prédominante dans une image radiographique est le bruit quantique. Quand les niveaux d'exposition aux rayons X diminuent dans la gamme diagnostique, le rapport signal/bruit (SNR) diminue également, ce qui a pour effet de stimuler l'apparition de bruit. Dans la mesure où l'apparence du bruit varie spatialement en fonction du niveau d'exposition, plus ou moins élevé, auquel sont soumises les régions concernées, EVP Plus accentue la suppression dans les régions soumises à une exposition plus faible.

Après avoir été manipulées, les bandes de fréquences sont recombinaées afin de reconstruire l'image à fréquences optimisées (Figure 4)

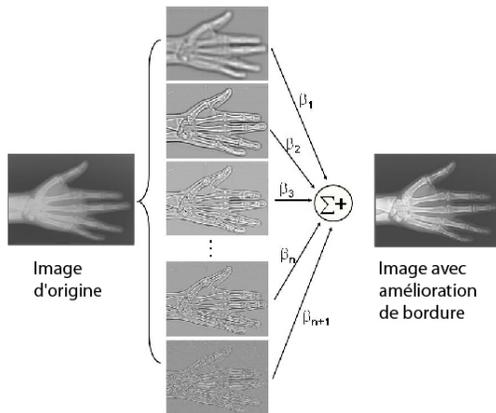


Figure 4 - Décomposition multi-fréquences et reconstruction à fréquences optimisées EVP Plus

Les descripteurs d'image clés sont utilisés pour générer une échelle de densités issue de la phase de segmentation. Cette échelle de densités est appliquée à l'image à fréquences optimisées et sert à contrôler la luminosité (densité moyenne ou luminance) et la latitude de l'image (la gamme d'expositions générée pour l'affichage).

De plus, la table de correspondance relative à l'échelle des densités est représentée à l'aide d'une fonction standard d'affichage de l'échelle des gris (DICOM GSDF) en vue de la présentation de l'image sur un moniteur PACS calibré. Un masque de collimation peut également être appliqué à l'image prête à être affichée.

La figure 5 montre deux exemples illustrant l'évolution de l'apparence de l'image à travers les différentes étapes de traitement de l'image appliquées par le logiciel EVP Plus. De gauche à droite : l'image brute non traitée, l'image après l'application de l'échelle de tons, l'image à fréquences optimisées et l'image prête à être affichée après l'application du masque de collimation.

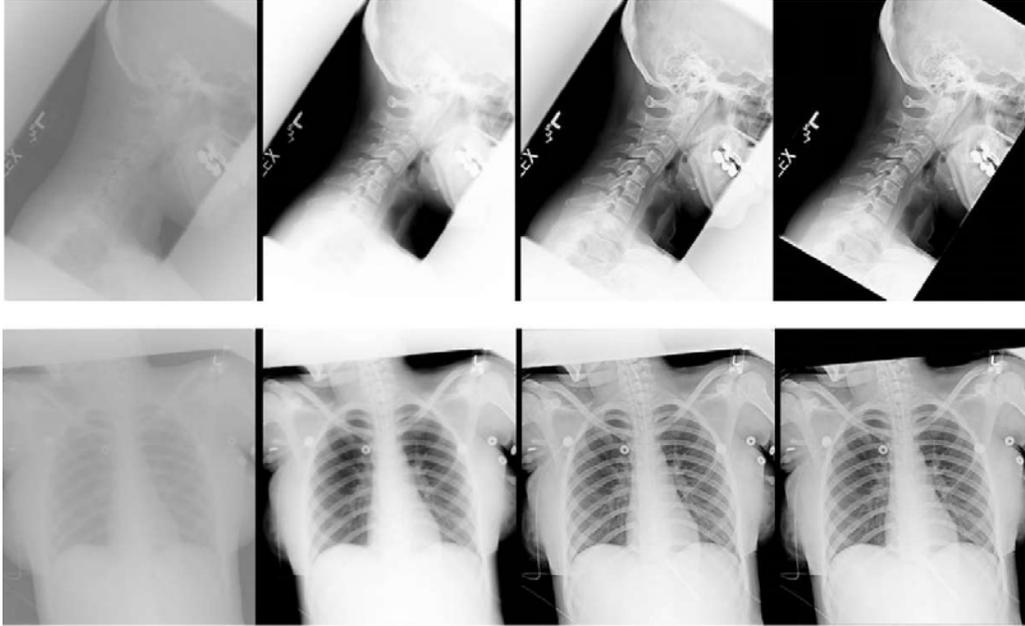


Figure 5 - De gauche à droite, l'évolution de l'image : image non traitée, échelle de tons, optimisation des fréquences, masque de collimation appliqué

Détermination de préférences de visualisation de l'image

Les systèmes CR et DR de Carestream sont dotés d'une interface utilisateur intuitive (Figure 6) permettant de contrôler de manière indépendante cinq paramètres de qualité de l'image fondamentaux : luminosité, latitude, contraste de détail, netteté et bruit.

L'interface utilisateur décrite ci-dessous (Figure 6) peut être utilisée dans le cadre de la phase de configuration initiale pour déterminer les préférences de visualisation propres à un site clinique. Une fois ces préférences déterminées, EVP Plus traite automatiquement les images conformément au « visuel » spécifié.



Figure 6 - Interface utilisateur dotée de commandes indépendantes relatives aux caractéristiques de qualité de l'image

Chaque paramètre de qualité de l'image peut être commandé à l'aide des curseurs accessibles dans l'éditeur de préférences. Le curseur de commande de la luminosité permet de régler la densité moyenne (ou la luminance) de l'image. Pour éclaircir ou assombrir le niveau de luminosité, faites tout simplement glisser ce curseur vers le haut ou vers le bas.

Le curseur de commande de la latitude permet de commander la gamme d'expositions correspondant à la plage d'affichage sans affecter les détails locaux. Faites glisser ce curseur vers le haut pour augmenter les nuances de gris visibles et faites-le glisser vers le bas pour les diminuer.

Le curseur de commande du contraste de détail permet de régler le contraste local de structures de taille moyenne dans une image, telles que les espaces articulaires, l'espace entre les corps vertébraux et les côtes, sans affecter la latitude de l'image. Si vous augmentez la valeur du curseur, les structures de taille moyenne dans l'image seront plus prononcées et si vous diminuez cette valeur, ces structures seront moins prononcées. La figure 7 illustre les différences entre le contrôle interdépendant et indépendant de la latitude et du contraste de détail.

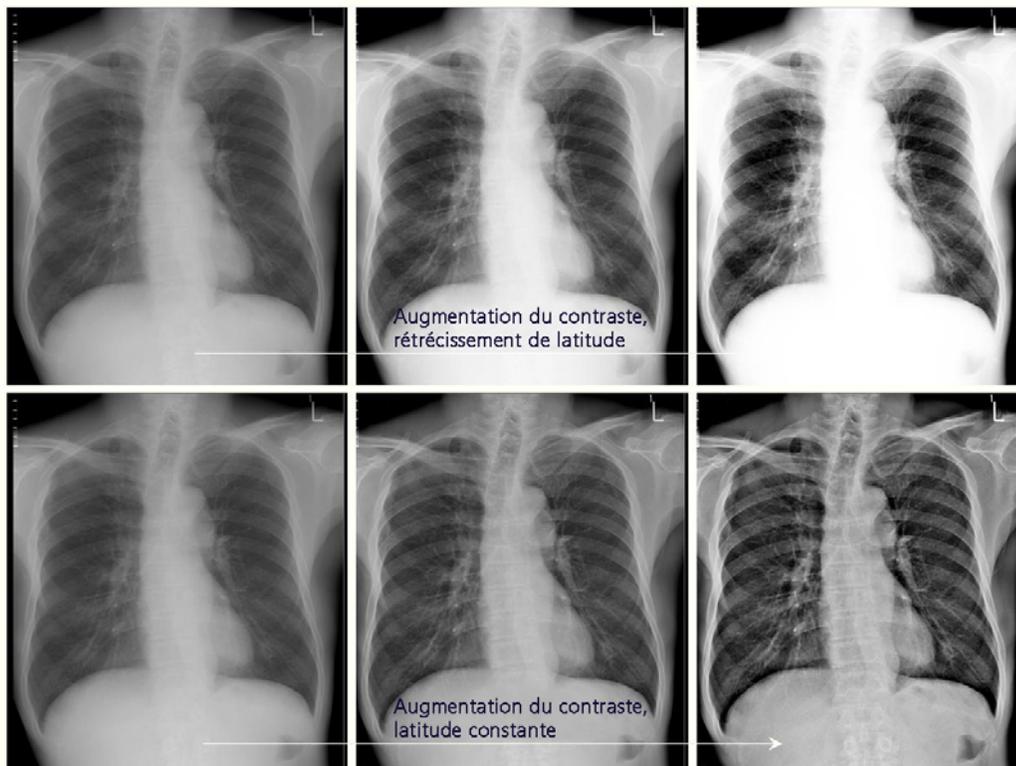


Figure 7 - Rangée supérieure : cette utilisation traditionnelle de l'échelle de tons montre que l'augmentation du contraste a pour effet de réduire la gamme d'expositions visualisées (il s'agit du compromis interdépendant contraste/latitude typique). **Rangée inférieure :** Le traitement EVP Plus permet d'obtenir le même degré d'augmentation du contraste tout en préservant la même gamme d'expositions pouvant être visualisées. EVP Plus permet de commander de manière indépendante la latitude et le contraste.

Le curseur de commande de la netteté permet de régler l'apparence de structures plus fines telles que les travées osseuses, les contours du poumon et les calcifications. La figure 8 illustre les effets de l'ajustement

du curseur de commande de la netteté. Si vous augmentez la valeur de ce curseur, ces structures plus fines seront plus prononcées et si vous diminuez cette valeur, ces structures seront moins prononcées.

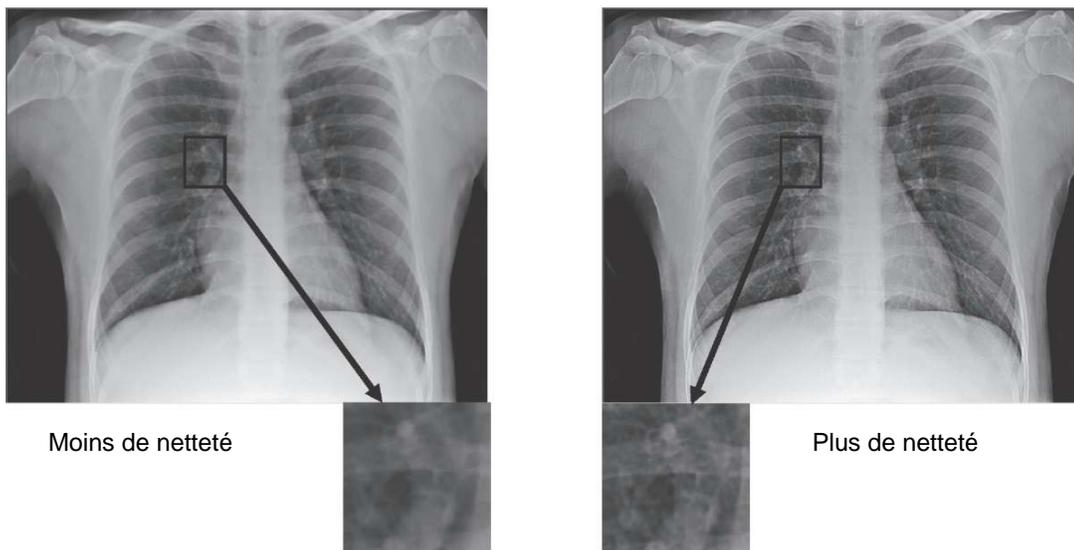


Figure 8 - Effet de l'augmentation de la valeur du curseur de commande de la netteté sur l'apparence des structures de l'image plus fines

Enfin, le curseur de commande du bruit permet de régler le niveau de suppression du bruit appliqué à l'image. Ce curseur est tout aussi facile à utiliser - la diminution de la valeur de ce curseur permet de minimiser l'apparence du bruit alors que l'augmentation de la valeur de ce curseur

a pour effet de réduire la suppression de bruit appliquée et de rendre ainsi le bruit plus présent dans les zones soumises à une exposition plus faible. La figure 9 illustre l'effet de la diminution de la valeur du curseur de commande du bruit.

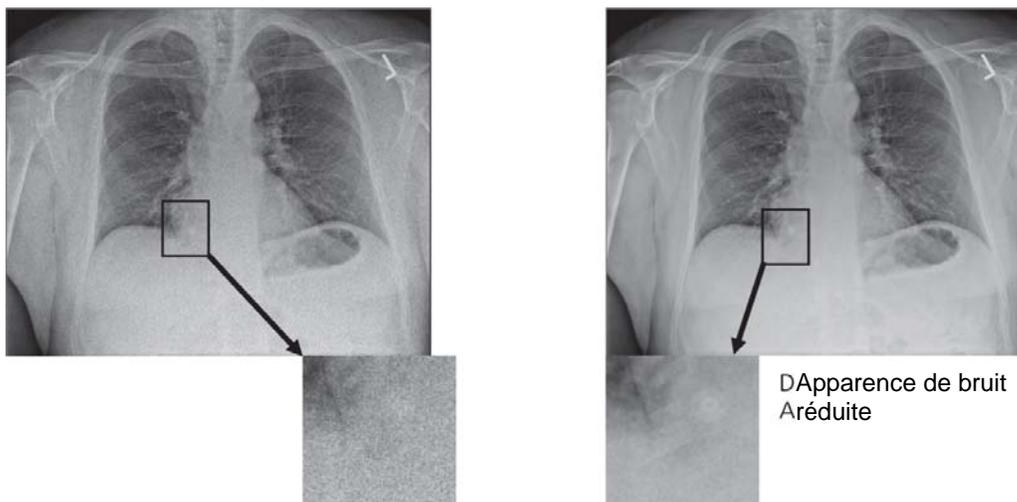


Figure 9 - La diminution de la valeur du curseur de commande du bruit a pour effet de réduire l'apparence du bruit

Livre blanc | Logiciel CARESTREAM DirectView EVP Plus

EVP Plus propose une série de « visuels » prédéfinis, chacun prenant en compte différents degrés de luminosité, de latitude, de contraste de détail, de netteté et d'apparence du bruit. Les sites d'imagerie peuvent sélectionner un « visuel » de départ à partir de ces paramètres prédéfinis puis personnaliser les examens en fonction de leurs préférences à l'aide de commandes simples et intuitives.

Résumé

Le logiciel EVP Plus de Carestream assure un traitement hautement automatisé et à la pointe de la technologie des images DR et CR et met à votre disposition une interface utilisateur intuitive. Après avoir installé le logiciel, les utilisateurs peuvent facilement saisir leurs paramètres de visualisation de préférence pour chaque type d'examen radiographique réalisé sur leur site. Une fois le logiciel configuré, le logiciel EVP Plus génère automatiquement des images radiographiques en accord avec les préférences de présentation des images déterminées pour chaque examen.

Références

1. X. Wang and H. Luo, « Automatic and exam-type independent algorithm for the segmentation and extraction of foreground, background, and anatomy regions in digital radiographic images, » Proc. SPIE 5370, 1427-1434 (2004).
2. X. Wang, J. Luo, R. Senn, and D. Foos, « Method for recognizing multiple radiation fields in computed radiography, » Proc SPIE 3661, 1625-36 (1999).
3. Couwenhoven ME, Senn RA, Foos DH. Enhancement method that provides direct and independent control of fundamental attributes of image quality for radiographic imagery. SPIE Medical Imaging Proceedings; 5367: 474-481, 2004.
4. Jain AK, « Fundamentals of Digital Image Processing, » Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1989.
5. Dainty JC, Shaw R, « Image Science, » Academic Press, London, NY, San Francisco, 1974.
6. Barret HH, Swindell W, « Radiological imaging: the theory of image formation, detection and processing, » Academic Press, New York, NY, 1981.

DirectView EVP+ est un logiciel de dispositifs médicaux, consultez les notices des dispositifs pour plus d'information.