

Obróbka w widoku towarzyszym firmy Carestream dla ulepszonej wizualizacji cewników przewodów i odmy opłucnowej w przypadku cyfrowej, przenośnej radiografii klatki piersiowej

Wprowadzenie

Firma Carestream wdrożyła widoki towarzyszące w systemach radiografii cyfrowej. Widok towarzyszący przeznaczony jest do uzupełniania standardowo obróbianego obrazu radiograficznego uzyskanego techniką radiografii cyfrowej i dostarczonego do systemu PACS, aby zapewnić dodatkową obróbkę dostosowaną do wzrokowej interpretacji niezbędnej do określonych celów diagnostycznych lub klinicznych. W produktach firmy Carestream przeznaczonych do radiografii klatki piersiowej mogą być dostępne dwa widoki towarzyszące: jeden w celu optymalnej wizualizacji cewników i przewodów na radiogramach klatki piersiowej (oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization) i drugi w celu wzmocnienia widoczności odmy opłucnowej (oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization).

Widoki towarzyszące

Oprogramowanie do obróbki cyfrowych obrazów radiograficznych firmy Carestream jest przeznaczone do automatycznego przetwarzania obrazów o wyglądzie odpowiednim dla radiologa w celu oceny stanu pacjenta z uwzględnieniem spektrum potencjalnych nieprawidłowości. Pojedynczy obraz klatki piersiowej zawiera zwykle szeroki zakres poziomów ekspozycji (szarości), które przekraczają liczbę poziomów jasności

dostępnych na monitorze stacji roboczej systemu PACS. Stąd właściwe przetwarzanie ogólne nie zawsze musi umożliwić wierne wyświetlenie pełnej skali szarości dla danego wskazania. Innymi słowy, na nieobrobionym obrazie występuje więcej poziomów szarości niż monitor systemu PACS może wyświetlić w jednej, statycznej prezentacji. Efekt ten występuje w przypadku radiologów, którzy odczytują zwykle obrazy na wyświetlaczach wysokiej rozdzielczości w pomieszczeniach o zredukowanym oświetleniu – jednakże efekt ten nasila się w przypadku lekarzy oddziałów OIOM, którzy mogą potrzebować interpretować przenośne radiogramy klatki piersiowej przyłożkowo na monitorach niższej rozdzielczości przy jasnym oświetleniu, które często występuje w warunkach oddziału OIOM.

Na przykład radiogram klatki piersiowej wykonany przyłożkowo może zostać prawidłowo przetworzony i wyświetlony z doskonałą ogólną jakością diagnostyczną, a mimo to zlokalizowanie końcówek cewników i przewodów w obszarach o słabszej penetracji, jak np. śródpiersie i obszar podprzeponowy, może być trudne. Aby zachować ogólny kontrast i jasność całego obrazu, poziomy szarości w obszarach o słabszej penetracji można skwantować, co spowoduje pewien stopień utraty kontrastu szczegółów w śródpiersiu (Rysunek 1 – obraz po lewej stronie).

Biała księga | Oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization, oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization

Aby rozwiązać ten problem, firma Carestream opracowała wyjątkowy i solidny algorytm obróbki obrazu, które specjalnie podkreśla rury intubacyjne i cewniki¹ (oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization). Aby wygenerować widok towarzyszący, obraz jest najpierw rozkładany na osiem pasm częstotliwości przestrzennej. Pasma te są osobno obrabiane za pomocą funkcji nieliniowych przeznaczonych do osiągnięcia wyrównanego wzmocnienia kontrastu szczegółów obrazu z jednoczesną minimalizacją szumu. Obrobione pasma częstotliwości są następnie rekonstruowane, a uzyskany obraz przepuszczany jest przez tablicę skali szarości w celu wyświetlenia. Ta metoda

wzmacnia częstotliwości przestrzenne niezbędne do poprawy widoczności cewników i przewodów, podczas gdy osłabia częstotliwości przestrzenne zawierające szum. Wzmacniając obraz cewników i przewodów przy jednoczesnej kompresji szumu, metoda ta działa także w przypadku obrazów uzyskanych przy niskich poziomach ekspozycji i obrazów dużych pacjentów, które zawierają obraz rozproszonego promieniowania rentgenowskiego. Podczas gdy wyświetlanie widoku towarzyszącego może być nieodpowiednie dla ogólnej interpretacji diagnostycznej, cechy obrazu niezbędne do interpretacji struktur cewników i przewodów są znacząco wzmocnione (Rysunek 1 – obraz po prawej stronie).



Rysunek 1 – strona lewa: przenośny obraz RTG klatki piersiowej obrobiony za pomocą domyślnej obróbki automatycznej. Strona prawa: ten sam obraz obrobiony za pomocą oprogramowania do wizualizacji cewników i przewodów. Te dwa obrazy są razem przesyłane do systemu PACS.

W przypadku niektórych nieprawidłowości wizualne charakterystyki głównych cech diagnostycznych mogą być zamaskowane lub zostać pomyłone z prawidłowymi strukturami anatomicznymi. Jest to efekt znacząco różny od opisanego powyżej problemu z niewystarczającą rozdzielczością skali szarości. Efekt ten można traktować jako wizualne zakłócenia pomiędzy cechami odpowiadającymi nieprawidłowym i prawidłowym strukturom anatomicznym. Przyjrzyjmy się na przykład odmie opłucnowej zdefiniowanej

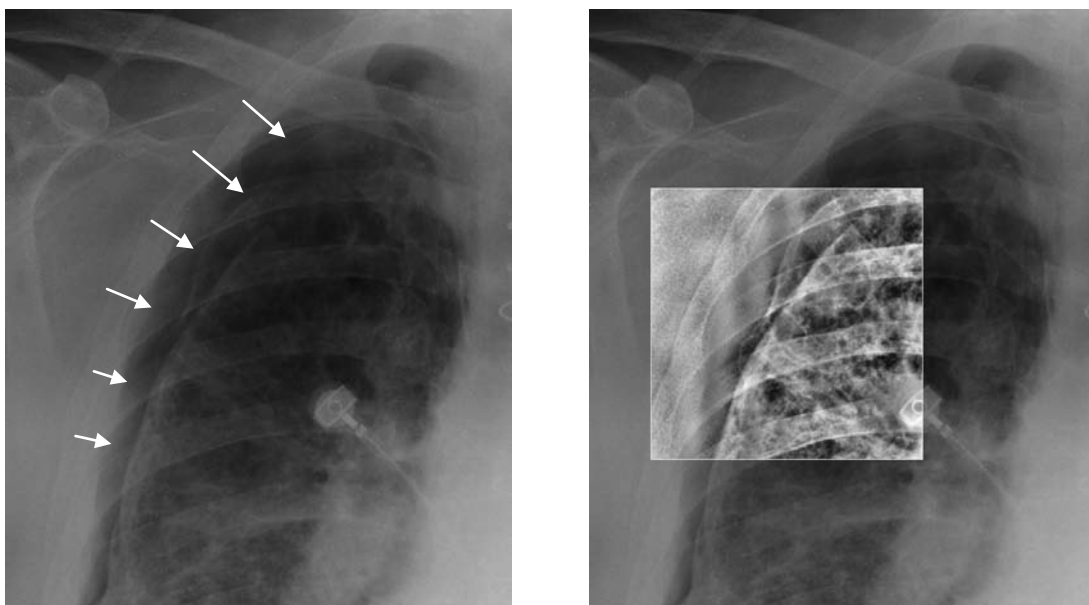
jako obecność powietrza w jamie opłucnej. Odma opłucnowa przedstawiana jest za pomocą nakreślenia krawędzi płuca, które jest przemieszczone względem ściany klatki piersiowej przez powietrze znajdujące się pomiędzy trzewną i ścienną częścią płuc. W zależności od ułożenia w obszarze tym będą widoczne cienie płuc. Nakreślenie krawędzi płuca i brak cieni płuc mogą być trudne do zauważenia i zostać potencjalnie zamaskowane przez radiograficzny obraz łopatki lub żeber. Widoczność cech odmy opłucnowej może

Biała księga | Oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization, oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization

zostać dalej stłumiona przez niewystarczającą rozdzielczość skali szarości monitora systemu PACS.

W podejściu analogicznym do wykorzystywanego w przypadku wzmocnionej wizualizacji cewników i przewodów, firma Carestream opracowała widok towarzyszący dla fody opłucnowej, który ma na celu wzmocnienie widoku powiązanych struktur (oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization). Algorytm różni się od techniki wzmocniania cewników

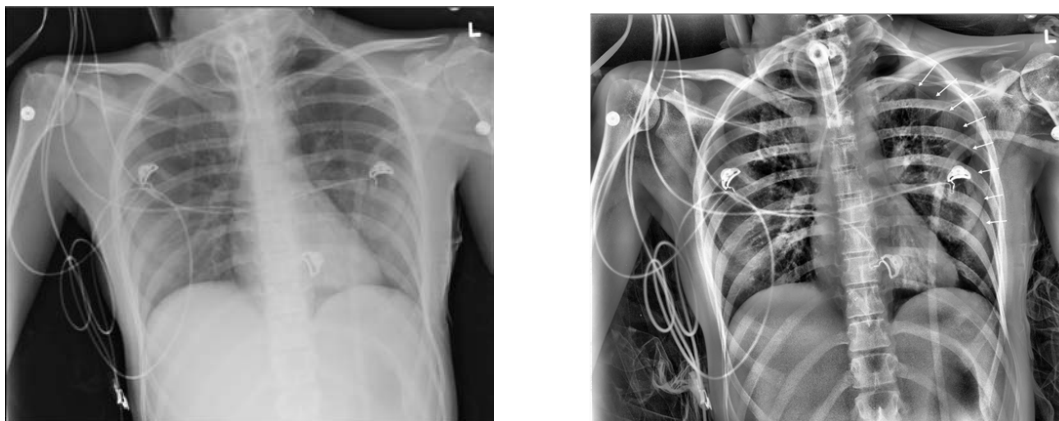
i przewodów. Zamiast skoncentrowania na wzmocnieniu częstotliwości przestrzennych związanych z badanymi cechami diagnostycznymi, algorytm odmy opłucnowej wykorzystuje filtr teksturowy, który wzmacnia różnice pomiędzy charakterystycznymi znacznikami obszarów wewnątrz płuca i poza nim. Rysunek 2 (obraz po lewej stronie) na stronie 3 przedstawia przykład dużej odmy opłucnowej (krawędź płuca została wskazana strzałkami). Obraz po prawej stronie na Rysunku 2 przedstawia okno, które ilustruje efekt wzmocnienia po zastosowaniu filtra tekstury.



Rysunek 2 – strona lewa: obraz RTG klatki piersiowej przedstawiający dużą odmę opłucnową. Strona prawa: okno przedstawiające różnice gęstości w wyniku obróbki obrazu za pomocą filtra wzmacniającego odmę opłucnową.

Obrazy przedstawione na Rysunku 3 porównują obraz RTG klatki piersiowej uzyskany za pomocą obróbki domyślnej (strona lewa) i ten sam obraz obróby za pomocą filtra wzmacniającego odmę opłucnową (strona prawa).

Biała księga | Oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization, oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization



Rysunek 3 – strona lewa: obraz RTG klatki piersiowej pacjenta z odmą opłucnową. Strona prawa: widok towarzyszący obrobiony za pomocą filtra wzmacniającego obraz odmy opłucnowej. Krawędź płuca została wskazana strzałkami.

Widoki towarzyszące zwiększają pewność interpretacji i wydajność odczytu przez radiologów

Stacje robocze systemu PACS dostarczają funkcji regulacji okna/poziomu, aby pomóc skorygować niedociągnięcia związane z niewystarczającym zakresem dynamicznym luminancji na monitorach systemu PACS i wzmocnić kontrast subtelnych cech. Jednakże interaktywne okno i poziomowanie są czasochłonne i pogarszają wydajność odczytu przez radiologów. Zaawansowana wizualizacja dostarczana do systemu PACS za pomocą widoku towarzyszącego wraz z domyślnie obrobionym obrazem umożliwia radiologom i lekarzom szybkie przełączanie pomiędzy standardowym wyświetlaniem zoptymalizowanym dla ogólnej interpretacji i niestandardowym wyświetlaniem zoptymalizowanym dla specyficznych zadań diagnostycznych. Ponieważ widok towarzyszący można przełączyć na domyślny obraz obrobiony, radiolodzy mogą łatwiej dokonywać interpretacji przy minimalnej interakcji ze stacją roboczą.

Przeprowadzono badanie, którym objęto radiologów i lekarzy pracujących na

pulmonologicznych oddziałach OIOM, aby ocenić użyteczność widoku towarzyszącego cewników i przewodów w kontekście interpretacji i wydajności odczytu². Metodę widoku towarzyszącego oceniali dwie grupy osób odczytujących, radiolodzy i lekarze pracujący na pulmonologicznym oddziale OIOM. Każda grupa osób odczytujących oceniała obrazy w warunkach przeglądania charakterystycznych dla ich środowiska pracy. Wykazano, że metoda widoku towarzyszącego zapewnia większą pewność interpretacji i wydajność diagnostyczną w przypadku radiologów (czas odczytu krótszy o 30%) i bardziej pewną interpretację w przypadku lekarzy pracujących na pulmonologicznych oddziałach OIOM w tym samym czasie przy zastosowaniu zamiast regulacji okna i poziomu w stacji roboczej systemu PACS.

Podsumowanie

Firma Carestream oferuje teraz obróbkę widoku towarzyszącego, która ma na celu wzmocnienie wizualizacji cewników, przewodów i odmy opłucnowej na obrazach klatki piersiowej wykonanych w systemach CR i DR firmy Carestream. Widoki towarzyszące uzupełniają

Biała księga | Oprogramowanie CARESTREAM Tube & Line Visualization, oprogramowanie CARESTREAM Pneumothorax Visualization

standardową domyślną obróbkę przekazywane są z systemu akwizycji do systemu PACS w drugim obrazie, który obrabiany jest, aby wzmocnić cechy dla określonego wskazania diagnostycznego lub klinicznego. Wykazano, że oprogramowanie do wizualizacji cewników i przewodów zwiększa pewność

interpretacji dla radiologów i lekarzy pracujących na pulmonologicznych oddziałach OIOM oraz zwiększa wydajność odczytu w przypadku radiologów.

Bibliografia

1. 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.
2. Foos DH, Yankelevitz DF, Wang X, Berlin D, Zappetti D, Cham M, Sanders A, Novak Parker K, Henschke CI. Improved visualization of tubes and lines in portable intensive care unit radiographs: a study comparing a new approach to the standard approach. Clinical Imaging Volume 35, Issue 5, wrzesień–październik 2011, strony 346–352.