

平成30年6月26日現在

機関番号：82502

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K15457

研究課題名（和文）特徴対応異種画像統合法を用いた個人特定法医画像診断法の開発

研究課題名（英文）Human Identification using antemortem/postmortem X-ray and CT Scan Images

研究代表者

西井 龍一（NISHII, RYUICHI）

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所 分子イメージング診断治療研究部・主任
研究員（定常）

研究者番号：60463212

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、災害や事件・事故における損傷の激しい遺体の身元確認において、迅速かつ高精度で個人を特定し得る法医放射線画像診断法開発である。骨の描出に優れた「X線画像診断」と「死後画像診断（Ai）」の連携に着眼し、身元確認困難な遺体の個人特定を検討した。死後胸部CTと生前胸部X線の画像fusionによる個人特定能を検討した。その結果、生前胸部単純X線写真と死後CTからの胸部RaySum画像の融合による個人特定、少数候補者への絞り込みの実現可能性が示唆された。さらに本法による個人特定は画像特徴量解析を駆使することで高精度・高速判別を達成するAI診断への応用への基盤研究を計画することになった。

研究成果の概要（英文）：Human identification both before and after death is becoming one of the most important issues in various aspects. For this purpose, we develop a computerized human identification system based on the collarbone of chest X-ray and CT scan images to identify an unknown person after death by using image processing technology. As the results, the 2D fusion of antemortem chest radiography and postmortem CT images may assist in human identification. We proposed an approach for automatic identification of a person after death based on the collarbone of chest X-ray and CT scan images. In the future, we will conduct experiments on large scale dataset, and will explore new feature extraction method. We will also test the system based on graph-based matching. Finally, our proposed system will be useful of identifying of a person who died because of severe circumstances where conventional biometrics feature cannot be available to use.

研究分野：放射線画像診断学

キーワード：個人特定 胸部X線単純写真 死後CT診断 骨陰影 画像ワークステーション

1. 研究開始当初の背景

現在我が国では、身元確認困難な遺体に対して、故人の歯科治療歴照合法や DNA 鑑定が個人を特定する方法として用いられている。しかし歯科治療歴が即時利用可能な国民の数はまだ十分ではなく、むしろ歯科衛生の向上により若年者の歯科受診は減少傾向にさえある。また治療歴に客観性が欠ける問題点もある。DNA 鑑定法においては、材料となる DNA 試料が準備できる事例が必ずしも多くはない。さらに国民の歯科写真撮影や DNA 採取を義務付けてデータベース化するといった行政的整備はとても容易なことではない。加えて、遺体の腐敗は身元確認をさらに困難にし、個人特定に多くの時間や費用を費やしてしまう実態がある。つまりこのような問題が、重大事件・事故捜査の身元確認や大災害後の安否情報収集さらには復興対策に大きな障壁となって立ちはだかっている。こと、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、発生 1 ヶ月時点でさえも身元確認できていない遺体が 800 体以上にのぼっており、国民生活の復興・再建の妨げの一つになっていると同時に、遺族や国民の心的ストレスも非常に大きな社会問題となっている。従って、遺体身元確認において、歯科診療歴照合法や DNA 鑑定法を補助し、迅速かつ高精度に遺体身元を特定しうる新しい社会医療事業の展開は強く望まれる。

近年、遺体の死後画像を CT 装置で撮影し、死亡時の病態把握や死因の究明を行う新しい社会医学「死後画像診断 (Ai)」が大きく注目されている。2009 年オーストラリア・ヴィクトリア州で発生した山火事災害で犠牲となった多くの焼死体の身元確認に Ai が有用であったという報告もある [Donnel C., Sci.Int.205(2011)15-28, Bassed R., Forensic Sci.Int.205(2011)48-51]。このように Ai の遺体身元特定応用への期待は高いと考え、本研究課題の着手に至ったものである。

近年の法整備により推奨される死因究明死後 CT 画像診断 (Ai-CT) と、健康診断や一般診療でほとんどの国民に対して数年に一度は施行されデジタル保存されている胸部単純 X 線写真(生前胸部 Xp)の融合による個人特定診断研究である。骨の陰影に着目し、画像診断ワークステーションを用いて両者の一致性を数値化していく。ここには近年注目されている画像情報処理技術画像データの再帰的ランキングによる類似画像検索システムを導入しようとするものであり、医応分野における新しいチャレンジでもある。

本研究に掲げる特徴対応異種画像統合法を用いた「法医放射線画像コンピューター支援システム」による迅速かつ正確な個人特定法の確立は、我が国が直面する大震災や津波災害・山火事・噴火災害や、重大事件・事故時の遺族の精神的負担軽減や財政的課題にも大いに寄与すると期待され非常に意義深い。まさに我が国が抱える課題の解決につな

がる実践的事業の一翼を強力に推進するものであると確信する。

平成 24 年施行の「警察等が取り扱う死体の死因又は身元の調査等に関する法律」、「死因究明等の推進に関する法律」により、死後画像診断 (Ai-CT) の積極的利用が推奨されている。

我が国では、国民のほとんどが結核予防検診や健康診断にて胸部単純 X 線写真 (胸部 Xp) を撮影する機会を有しており、胸部 Xp は個人の電子画像情報データベースのよい材料となり得る。

「骨」は、損傷や腐敗の激しい遺体においても鑑定試料として最後まで残存する可能性が高い臓器であり、かつ個人を特定し得るユニークな形状を有するのではないかと考えた。

胸部 Xp や Ai-CT は「骨」の描出能に優れ、形状描画及び 2D/3D 抽出も可能である。

生前胸部 Xp から、複数の「骨」陰影形状(輪郭、長軸長や短軸長、曲線特徴等)を解析し、個人を識別し得るユニークな特徴を見出す。これら特徴的マーカーと、Ai-CT 画像から画像演算処理によって描出される骨陰影との一致率を比較することで、個人を推定できると考える。

デジタル画像処理には、画像コンテンツベース類似画像検索とランキング手法による特徴対応異種画像統合法を応用する。これはデジタル写真の顔認識機能に類似する手法である。本法では対象物検出・認識、類似画像の再帰的ランキングにより画像の特徴量の抽出が可能であり、類似画像候補の絞り出しが可能と考える。本技術の医用応用への着眼は斬新であると考えられる。

デジタル保存された胸部 Xp をもとに、個々の「骨」陰影から得られるユニークな特徴的マーカーを、地域の行政機関や警察組織などとも連携を図りつつデータベース化し、地域のみならず我が国で広く利用可能なシステム整備が達成されれば、将来的に起こり得る大災害や事件・事故で発生する遺体身元確認において、従来法でも特定困難な遺体の身元確認に活躍し得る重要な電子資料として大いに貢献するものと確信する。

2. 研究の目的

死後画像診断で死因の推定だけでなく、生前画像との比較により死後画像の個人特定を行うことは重要である。本邦では多くの成人が健康診断などで胸部 X 線検査を受けており、胸部単純 X 線写真は最も入手しやすい生前医用画像である。

(1)

死後 CT から再構成した胸部 RaySum 画像と生前胸部 X 線画像との融合による個人特定の実現可能性を検討した。

(2)

次に法医放射線画像コンピューター支援システムの構築を目的として、生前胸部 X 線単

純写真の鎖骨陰影と死後 CT 画像の鎖骨像を画像マーカーとして特徴対応異種画像統合法の開発検討を行った。

3. 研究の方法

(1)

死後 CT と死亡する 1 年以上前に胸部単純 X 線検査を受けた 15 名を対象とした。生前 X 線と死後 CT の RaySum 画像のそれぞれに 3 点以上の解剖学的基準点を指定し、対応する基準点の距離が最小になるようにワークステーション上で融合画像を作成し、基準点間距離の平均(mean distance gap、以下 MDG)を算出した。解剖学的基準点は、実験 1 では軟部組織を用い、3 点法(両側肺尖部・気管分岐部) 4 点法(両側肺尖部・気管分岐部レベルの両側胸郭外側縁) 5 点法(両側肺尖部・気管分岐部・気管分岐部レベルの両側胸郭外側縁) 実験 2 では骨を用い、両側第 3・4 肋骨背側部とした。実験 1・2 それぞれで本人同士を融合した MDG と、他人を融合した MDG を比較した。また 15 例において本人や他人と融合した MDG を小さいものから順位付けし、MDG が最も小さい方から順番に第 1 候補、第 2 候補とし、個人特定率・絞り込み率を算出した。さらに実験 1 と実験 2 における本人の順位の比較を検定した。

(2)

生前胸部 X 線単純写真の鎖骨陰影と死後 CT 画像の鎖骨像を画像マーカーとして特徴対応異種画像統合法の開発検討を行った。両方の画像から鎖骨の陰影を抜き出し、鎖骨の画像処理、境界線検出、特長抽出と類似性、そしてランキング法にて検討した。画像ワークステーションを用いて両者画像一致を自動的に行う方法を検討した。

4. 研究成果

(1)

実験 1 の 4 点法・5 点法、および実験 2 では本人と他人の MDG には有意差がみられた($P < 0.01$)。実験 1 の 4 点法、5 点法ではそれぞれ個人特定率 13.3%、33.3%、第 4 候補までの絞り込み率 66.7%、66.7%であった。実験 2 では個人特定率 33.3%、第 4 候補までの絞り込み率は 100%であった。本人の順位は実験 1 より実験 2 で有意に改善した($P < 0.05$)。実験 2 が実験 1 より個人特定および絞り込み率が高くなった。解剖学的基準点において骨は生前と死後の呼吸状態の差や死後変化などの影響を受けにくいことがその理由として考えられた。DNA、指紋、歯科 X 線写真は生前のものがない場合もあり、そのような場合には生前胸部 X 線写真を用いる本手法は有効であるかもしれない。

(2)

検討(1)で用いた 15 の死後 CT と胸部単純 X 線画像を用いた。死後 CT 画像 1 つに対して

15 の胸部単純 X 線画像の鎖骨陰影を画像特徴マーカーとしてコンピューターにて類似したものの検出させた結果、およそ 8 割の正確率で同一人物の画像一致を達成することができた。

生前胸部単純 X 線写真と死後 CT からの胸部 RaySum 画像の融合による個人特定、少数候補者への絞り込みの実現可能性が示唆された。さらに本法による個人特定は画像特徴量解析を駆逐することで高精度・高速判別を達成する AI 診断への応用への基盤研究を計画することになった。

現在我が国の放射線診療画像情報の多くはデジタル化保存の整備がなされており、胸部 Xp も健康診断、診療等で広く利用されている客観的デジタル画像情報である。すでに多くの国民のデータが備わっていることを考えると、本法は新たな鑑定法の導入に比較し、安価かつ早期に実現可能である。我が国が再び遭遇するであろう大災害や事件・事故における遺体身元確認法にデータベース化された放射線画像情報を応用することは、DNA 鑑定法や歯科診療歴照合法を補填する役割を担うとともに、我が国の災害対策行政や公安行政に非常に貢献するものと考えられる。東日本大震災やこれまでの歴史的経験のように、我が国は大地震や大津波、山火事や火山噴火などによる大災害に直面する可能性をこれからも有しており、それら災害を想定した対策は急務であることはいまでもない。本研究の目指す特徴対応異種画像統合法を用いた「法医放射線画像コンピューター支援システム」は、災害や事件・事故で犠牲になった方々の迅速かつ正確な身元確認を可能し、災害対策復興行政や警察捜査に大きく貢献することだけでなく、遺体引き渡しが迅速かつ効率的に行えることで、遺族のストレスをかなり緩和できるという面も具備する。

つまり「個人特定法医放射線診断法の確立・応用」は、我が国にとっても非常に望まれるものである。また、他にないユニークな発想にもとづいている研究課題である。まず挑戦的萌芽研究として本課題をスタートさせ、その成果をもとに、近い将来、基盤研究に移行させ、国民生活に強くインパクトを与える事業として大きく発展させていきたいと考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Norihiro Shinkawa, Toshinori Hirai, Ryuichi Nishii, Nobuhiro Yukawa.
Usefulness of 2D fusion of postmortem CT and antemortem chest radiography studies

for human identification Jpn J Radiol
(2017) 35:303-309 DOI
10.1007/s11604-017-0632-0 査読有

〔学会発表〕(計 3件)

西井龍一、新川慶明、ThiThi Zin、湯川修弘、
平井俊範、生前胸部 X 線写真と死後胸部 CT
による個人特定法医画像診断開発、医用画像
情報学会 (MII) 平成 27 年春季 (第 174 回)
大会、平成 28 年 2 月 6 日、広島国際大学広
島キャンパス (広島市)

Norihiro Shinkawa, Ryuichi Nishii, Thi Thi
Zin, Hiroki Tamura, Ichijo Hodaka,
Nobuhiro Yukawa, Toshinori Hirai.
Identification of unknown body using
forensic imaging between ante-mortem
chest X-ray and post-mortem chest CT
- Assessment of bone image as a landmark
for the automatic 2D-fusion module method
-. 101st Scientific Assembly Annual
Meeting RSNA Nov. 29 - Dec. 4, 2015,
Chicago, USA

Norihiro Shinkawa, Ryuichi Nishii,
Nobuhiro Yukawa, Hiroki Tamura, Ichijo
Hodaka and Toshinori Hirai. Human
Identification by 2D-fusion module using
ante-mortem chest X-ray and post-mortem
chest CT. ISFRI/IAFR Joint Congress 2015
14-16 May, 2015, Leicester, UK

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西井 龍一 (NISHII RYUICHI)
国立研究開発法人量子科学技術研究開発
機構・放射線医学総合研究所 分子イメー
ジング診断治療研究部・主任研究員(定常)
研究者番号: 60463212

(2) 研究分担者

新川 慶明 (SHINKAWA NORIHIRO)
国立大学法人宮崎大学 医学部・助教
研究者番号: 40625836

ティティジン (THI THI ZIN)
国立大学法人宮崎大学 工学教育研究・教
授
研究者番号: 30536959