



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학석사 학위논문

파노라마방사선사진을 이용한 환자
데이터베이스 구축과 개인식별

2014년 2월

서울대학교 대학원

치의학과

임 상 현

파노라마방사선사진을 이용한 환자 데이터베이스 구축과 개인식별

지도교수 허 민 석

이 논문을 치의학석사 학위논문으로 제출함

2013년 10월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

임 상 현

임상현의 석사학위논문을 인준함

2013년 11월

위 원 장 이 삼 선 (인)

부위원장 허 민 석 (인)

위 원 이 원 진 (인)

초 록

1. 목 적

본 연구의 목적은 파노라마방사선촬영 기록이 있는 환자들의 데이터베이스를 구축하고 치아 변화 가능성을 고려한 식별방법을 고안, 시뮬레이션하여 개인 식별이 가능한지를 확인하는 것이다.

2. 연구 대상 및 방법

환자 500명의 최근 파노라마방사선사진, 과거 파노라마방사선사진에서 환자의 치열정보를 추출하여 치열에 관한 데이터베이스를 구축하였다. 치열에 관한 데이터베이스를 구축하는 과정에서 환자의 치아를 기본적으로 6개의 상태로 구분하였다. 6개의 상태는 자연치, 처치치(근관치료 無), 처치치(근관치료 有), 발치, 가공치, 임플란트 보철치였다. 식별과정은 총 두 단계로 구분하여 진행하였다. 검색에 이용 가능한 정보는 환자의 성별, 현재 치열정보, 추정 생년으로 하였다. 단계1에서는 환자의 현재 치아정보를 바탕으로 과거에 가능한 치열을 가졌던 환자후보들을 데이터베이스에서 정규식을 이용하여 검색하였다. 단계2 에서는 단계1의 후보들 중에서 치아 상태 변화 과정을 고려한 유사도를 계산하여 이를 기준으로 내림차순으로 검색 결과를 정렬하고 식별 대상 환자가 몇 순위 내에 위치하는지를 확인하였다.

3. 결과

추정 나이(실제 나이)±10년 조건을 치열정보와 성별정보를 동시에 이용하였을 때 단계1에서는 평균 14.45 ± 13.29 명이 검색되어 후보자로 좁혀졌고, 단계2에서 유사도를 비교하여 정렬하였을 경우 식별 대상 환자가 평균 2.00 ± 2.63 의 순위 내에 위치하였다.

추정 나이의 조건 없이 치열정보와 성별만 이용하였을 때 단계1에서는 평균 46.66 ± 42.27 명이 검색되어 후보자로 좁혀졌고, 단계2에서는 식별 대상 환자가 평균 2.98 ± 4.95 순위 내에 위치하였다.

4. 결론

치아 상태 변화과정의 기본 가정에 기반한 데이터베이스 검색과 유사도 계산에 의한 정렬이 개인 식별에 효과적임을 확인할 수 있었다.

주요어 : 법치의학, 개인식별, 파노라마방사선사진, 데이터베이스, 치열, 알고리즘

학 번 : 2010-22494

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경	1
제 2 장 연구 대상 및 방법	6
제 1 절 연구 대상	6
제 2 절 연구 방법	6
제 3 장 연구 결과	11
제 4 장 결론 및 고찰	13
참고문헌	23
Abstract	26

표 목차

[Table 1]	17
[Table 2]	18
[Table 3]	19
[Table 4]	20

그림 목차

[Figure 1]	21
[Figure 2]	22

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

2011년 발생한 동일본 대지진에서는 사망자중 신원이 확인된 1만 5576명(전 희생자의 98.6%)의 약 10%가량인 1213명이 치아감정으로 신원이 밝혀졌다. 이로 인해 일본에서는 치과의사에 의한 희생자 신원 확인 활동에 대한 관심이 높아지고 있다고 알려졌다. 치아와 치과수복은 화재에 의한 파괴에 저항성이 있어서 식별에 유용하다.[1] 대형참사로 인해 신원 확인이 어려운 경우 인체 내 경조직의 하나인 치아를 개인 식별에 활용하는 것은 가능성 있는 후보자를 압축하거나 정확하게 식별을 확인하는데 도움이 된다.

Andersen과 Lis 등에 따르면 연령의 증가에 따라 치과 수복물의 개수와 복잡도는 증가한다고 하였다.[2] 고령화 사회일수록 치과 수복물을 이용한 개인 식별 가능성이 커짐을 의미한다. Pretty와 Sweet는 많은 복잡한 치과 치료를 받은 개인은 치료를 받지 않거나 거의 받지 않은 개인에 비해서 식별하기가 쉽다고 했다. 그리고 식별과정에서 시간에 따른 불일치(discrepancy)는 설명할 수 있는 불일치와 설명할 수 없는 불일치로 나뉜다고 했다. 여기서 설명할 수 있는 불일치는 발치나 수복물 교체로 인한 불일치를 말한다. 설명할 수 없는 불일치는 사망 이전에는 치아가 없었는데 사망 상태일 때는 치아가 있는 경우이다. 설명할 수 없

는 불일치는 배제(exclusion)하여야 한다고 했다.[3]

치열의 다양성에 대한 연구는 꾸준히 있었다. 2004년 Lee 등에 따르면 치아 특징별로 분류하여 양상을 살펴보았을 때, 전체 악궁뿐 아니라 구치부만 존재할 때에도 치아의 분포가 다양하여 개인 식별에 유용하다고 하였다.[4]

2011년 “고령자의 개인 식별을 위한 치의학적 특성 연구”에서 치아를 상악 14개군(편악 7개군 : 대구치, 소구치, 견치, 전치)로 구분하였을 때 65세부터 74세의 환자는 수복된 치아의 수가 통계적으로 유의하게 증가하고 자연치아는 유의하게 감소한다고 하였다. 그리고 자연치아의 분포 수만 고려하였을 때 전체 216명중 203개로 93.8%의 다양성이 관찰된다고 하여 방사선사진에서 관찰되는 치아 이외의 특징까지 고려하면 법치의학적 개인 식별이 가능하다고 하였다.[5] 2012년 “20대 남성의 파노라마방사선사진의 개인 식별 유용성 연구”에서는 20대 남성의 파노라마방사선사진을 통한 개인 식별의 유용성을 평가하였다.[6] 이 연구에서는 자연치아를 14분악별 개수 수열을 이용한 개인 식별력을 99.6%로 평가하였고 군 장병에 적용하기 위하여 연구대상자를 20대에 한정하였다.

다양성에 대한 연구 외에도 개인 식별에 방사선사진을 이용하려는 연구는 꾸준히 있었다.

Wenzel과 Andersen은 1994년과 1995년 연구에서 교익방사선사진을 이용하여 희생자를 식별하는 연구를 하였다. 이들은 연구에서 서구

사회에서 지난 20여년간 치아우식이 감소하여 미래에는 수복의 수가 감소할 것으로 생각하고 수복을 이용한 식별이 어렵다고 판단하여 13-19세 청소년의 교익방사선사진에서 subtraction 분석을 통해 얻은 gray 분포(gray distribution)를 이용하여 동질성을 평가하였다. [7, 8]

이미지 프로세싱을 활용하여 방사선사진에서 치아의 외형을 분석하여 패턴을 매칭시키는 방식을 사용하는 식별 시스템을 제시하는 연구들도 있었다.

Nomir와 Abdel-Mottaleb도 2005년에 치아의 외형 패턴을 매칭에 활용하는 식별 시스템을 제시하였다. 이 시스템은 사망 이전의 방사선사진 데이터베이스를 사망 후 치과방사선사진과 매칭하는 것이었다. 이 연구에서는 integral projection에 기반한 새로운 방식으로 치아를 분리하여 외형 패턴을 인식하여 매칭하였다.[9]

Zhou와 Abdel-Mottaleb는 교익방사선사진, 치근단방사선사진, 과노라마방사선사진을 분류하고 개개의 치아를 치근, 치관으로 나누어 외형을 데이터베이스에 저장하고 가장 유사한 치아를 Hausdorff distance 측정을 통해 매칭하는 시스템을 제시하였다.[10]

Nomir와 Abdel-Mottaleb는 2008년에서 hierarchical chamfer 거리를 이용한 치아 외형 매칭 알고리즘을 사용하여 패턴 인식을 하였다.[11]

Jain과 Anil과 Hong은 이미지 패턴을 매칭하는 방법을 이용하였다. 이 연구에서 이미지 프로세싱(image processing)과 패턴 인식 기술(pattern recognition technique)을 활용하였는데 방사선사진상의 치아

외형 패턴 매칭을 사용하였다. 이 과정은 세 단계로 이루어져 있는데 1. radiograph segmentation, 2. pixel classification, 3. contour matching 으로 이뤄졌다.[12]

이미지 프로세싱을 이용한 방식은 사람에 의한 판독 과정이 없어 자동화가 가능하여 빠르게 데이터베이스 구축이 가능하지만 정확도를 높이기 위해서는 추가 연구가 필요하다.

성격이 다르지만 방사선사진을 이용한 연령분석, 성별확인, 범죄수사 활용에 대한 연구도 있었다. 파노라마방사선사진을 이용하여 제3대구치의 치아 맹출 단계를 평가하여 나이를 추정하거나[13] 치수의 폭과 길이를 방사선사진상에서 측정한 값이 나이와 상관관계를 가지고 있다는 연구보고가 있었다.[14] 그리고 파노라마방사선사진 이외에 후전방두부 방사선사진을 활용하여 전두동과 비중격의 패턴을 분류하여 개인 식별에 활용이 가능하다는 연구보고도 있었다.[15]

Adachi는 치수 내에 Y염색질의 출현율로 성별을 구별할 수 있다고 했다.[16]

Sweet, David, Pretty에 따르면 범죄에서 물은 자국(bitemarks)을 범인 확인과 체포에 이용할 수 있다고 했다.[17]

이전의 연구들과는 달리 본 연구는 파노라마방사선촬영 기록이 있는 환자의 치열 데이터베이스를 구축하고 치열 변화를 고려한 개인 식별 과정을 시뮬레이션하여 실제 개인 식별의 가능성을 확인하였다. 파노라마방사선사진은 주기적으로 촬영하여 업데이트가 되기 때문에 개인 식별

에 이용할 수 있는 신뢰할 수 있는 도구이다.[4] 임상에서는 파노라마방사선사진을 많이 이용하고 있기 때문에 임상적 이용 가능성이 높다고 생각한다.

국내 치과의원 및 병원에서 구강내의 주요한 치아에 대한 정보를 대부분 포함하고 있는 파노라마방사선사진을 임상에서 널리 이용하고 있다. 현재는 각 병원의 방사선사진을 개별적으로 이용하고 있지만 방사선사진을 통합 관리하는 데이터베이스를 구축하게 된다면 이는 개인 식별뿐만 아니라 다방면에서 유익하게 사용될 수 있다.

제 2 장 연구대상 및 방법

제 1 절 연구 대상

서울대학교치과병원에서 파노라마방사선사진을 촬영한 20세 이상 성인 중 과거 서울대학교치과병원에서 파노라마방사선촬영 경험이 있는 500명의 최근 파노라마방사선사진, 과거 파노라마방사선사진에서 치열 정보를 생성하여 데이터베이스를 구축하였다. 과거의 파노라마방사선사진이 복수일 경우에는 가장 오래된 사진을 이용하여 치아 변화 가능성을 최대화하였다. 최근 파노라마방사선사진에서 얻은 치열정보를 바탕으로 치열 변화가능성을 고려하여 데이터베이스를 활용한 개인 식별을 하였다.

제 2 절 연구 방법

환자의 치아는 기본적으로 6개의 상태로 구분하였다. 6개의 상태는 자연치, 처치치(근관치료 無), 처치치(근관치료 有), 발치, 가공치, 임플란트 보철치이고, 각 상태를 구분하는 방법은 Table 1과 같다. 자연치에 유치는 고려하지 않았고, 매복치도 자연치로 분류하고, 과잉치는 무시하였다. 선천적 결손은 발치로 생각하였다. 처치치(근관치료 無), 처치치(근관치료 有)는 전장관, 인레이, 보존 수복 등 자연치아를 포함한 수복

상태이고 근관 충전 여부에 따라 둘을 구분하였다. 발치는 무치악 상태와 임플란트 보철이 없는 고정체 식립 상태를 포함하도록 하였다. 가공치는 브릿지 사이의 가공치이고, 임플란트 고정체를 사용하는 모든 보철물은 임플란트 보철치로 분류하였다. 근관치료를 하지 않은 방사선투과성 재료로 수복된 치아는 자연치로 분류될 가능성이 있지만 본 연구에서는 완전히 구분할 수 있다고 가정하였다. 실제 데이터 수집에서는 과거와 최근의 파노라마방사선사진을 비교하여 확인하였다.

Table 1의 치아 상태를 기본으로 하여 환자의 개개의 치아상태는 6가지 상태중의 하나를 가지는 것으로 가정하였다. 여기서 환자의 치아는 방향성을 가지고 상태가 변하게 되는데 Figure 1과 같다. Figure 1의 치아 상태 변동에 따라 각각의 치아 상태에서 과거에 가능한 치아의 상태는 다음과 같이 정리하였다.

1. 자연치의 과거 치아 상태 : 자연치
2. 처치치(근관치료 無)의 과거 치아 상태 : 처치치(근관치료 無), 자연치
3. 처치치(근관치료 有)의 과거 치아상태 : 처치치(근관치료 有), 처치치(근관치료 無), 자연치
4. 발치의 과거 치아상태 : 발치, 가공치, 임플란트 보철치, 처치치(근관치료 有), 처치치(근관치료 無), 자연치
5. 가공치의 과거 치아상태 : 발치, 가공치, 임플란트 보철치, 처치

치(근관치료 有), 처치치(근관치료 無), 자연치

6. 임플란트 보철치의 과거 치아상태 : 발치, 가공치, 임플란트보철치, 처치치(근관치료 有), 처치치(근관치료 無), 자연치

이상과 같은 기본 개념을 바탕으로 치열 데이터베이스를 구축하였다. 데이터베이스의 테이블 설계는 Table 2에 자세히 기술하였다. 치열정보는 4분악으로 나뉘 각 분악에 8개의 치아를 8자리에 순서대로 넣을 수 있도록 데이터 형식으로 char(8)을 사용하였고, 1~8번 치아의 순으로 각 치아상태에 따라 자연치는 '0', 처치치(근관치료 無는 '1'), 처치치(근관치료 有는 '2'), 발치는 '3', 가공치는 '4', 임플란트 보철은 '5'의 값으로 인코딩 하였다.

위에서 기술한 데이터 설계를 바탕으로 연구대상에서 논의한 환자 500명의 과거 파노라마방사선사진을 판독하여 치열 데이터베이스를 구축하였다.

최근 파노라마방사선사진의 치열 상태를 검색조건으로 하여 데이터베이스에서 검색하였다. 치아들의 상태가 시간의 흐름에 따라 계속 변화하기 때문에 고유의 식별방법을 고안하여야 했다. 식별과정은 총 두 단계로 나누어 진행하였다. 식별에 이용 가능한 정보는 환자성별, 환자 현재 치열정보, 추정 생년(실제생년 \pm 10)으로 하였다. 단계1에서는 환자의 현재 치열정보를 바탕으로 과거에 가능한 치열정보를 가진 환자 후보들을 데이터베이스에서 검색하였다. 환자의 치아상태 변화때문에

가능성 있는 환자후보들은 다수가 된다. 단계2에서는 단계1의 검색 결과 내에서 치아상태 이동을 고려한 유사도를 계산하여 내림차순으로 검색결과를 정렬하였다. 유사도를 계산하기 위해 우선 차이도를 계산하였다. 각 자리의 치아 상태를 각각 비교하여 같은 경우 0점, 다를 경우 치아 상태간의 거리가 멀수록 더 높은 점수를 주는 방식으로 유사하지 않은 정도를 측정하였다. 이 과정에서 단계1의 후보자들 중 각 자리의 치아가 과거에 가능하지 않은 치아들은 상대적으로 큰 점수(최대 10점)를 주어 차이도가 많이 커지도록 하였다. 차이도 및 유사도 계산방법은 Table 3과 같다. 배제하는 방식도 사용할 수 있었지만 배제할 경우에는 판독의 오류가 있는 환자의 경우 후보군에서 완전히 배제될 수 있으므로 적용하지 않았다. 차이도를 바탕으로 유사도를 (1-차이도)로 계산하였으며 유사도를 사용하여 높은 순서대로 단계1의 후보자들을 정렬하였다. 정렬한 결과를 바탕으로 실제 검색한 환자가 2단계 정렬 결과 내에서 몇 번째에 위치하는지를 분석하였다.

위에서 설명한 개인 식별 시스템을 시뮬레이션하기 위해 windows7 Ultimate K 운영체제를 사용하는 AMD Phenom™II X4945 Processor 3.00GH의 PC를 사용하였다. 프리웨어인 Apache Web server(Version 2.0, The Apache Software Foundation, Dept. 9660, Los Angeles, CA 90084-9660, U.S.A.)와 php(Version 5.4.7) 프로그래밍언어를 사용하여 개발하였고, 데이터베이스는 mysql(Version 5.5.27, Oracle Corporation, 500 Oracle Parkway, Redwood Shores, CA 94065, U.S.A.)

을 사용하였다.

실험은 두 가지 조건으로 시행하였다. 실험1에서는 치열정보, 성별, 추정 생년(식별환자의 실제 생년) ± 10 년을 조건으로 식별하였다. 실험2에서는 추정 생년 정보를 제외하고 치열, 성별조건만으로 식별을 시도하였다.

위의 두 실험은 데이터베이스에 있는 환자 500명을 신원미상의 환자라고 가정하고 각각의 환자에 대해서 식별을 실시하여 데이터베이스 검색리스트를 유사도로 정렬했을 때 식별한 실제 환자가 몇 번째 순위에 위치하는지를 확인하였다. 데이터베이스에 있는 환자를 식별 대상으로 했기 때문에 식별 결과에는 항상 식별한 환자가 속해 있는 것이 보장되었다.

제 3 장 연구결과

실험에 참여한 500(남성199명, 여성301명)명 환자의 정보는 다음과 같았다. 환자의 평균 연령은 44.39 ± 17.53 세이었고 가장 어린 환자의 나이는 만 20세였고 가장 고령인 환자의 나이는 만 91세였다. 최근 파노라마방사선 촬영일과 식별에 사용한 과거의 파노라마방사선사진 촬영일 사이의 평균기간은 49.01달이었다. 약 4년의 기간 차이가 있었다. 500명의 환자중 최근 촬영과 과거 촬영 사이에서 치아 상태가 다른 환자는 355명이었고 같은 환자는 145명이었다.

실험1에서 데이터베이스를 이용한 단계1에서는 평균 14.45 ± 13.29 명이 검색되어 후보자로 좁혀졌고, 단계2에서 유사도를 계산하여 정렬하였을 경우 식별 대상 환자가 평균 2.00 ± 2.63 순위 내에 위치하였다. 가장 결과가 좋은 케이스는 식별환자가 140명의 단계1 리스트에서 1순위에 위치하였다. 가장 결과가 좋지 않은 케이스는 식별 환자가 28명의 단계1 리스트에서 22 순위에 위치하였다.

실험2에서 데이터베이스를 이용한 단계1에서는 평균 46.66 ± 42.27 명이 검색되어 후보자로 좁혀졌고, 단계2에서는 식별 대상 환자가 평균 2.98 ± 4.95 순위 내에 위치하였다. 가장 결과가 좋은 케이스는 식별환

자가 301명의 단계1 리스트에서 1 순위에 위치하였다. 가장 결과가 좋지 않은 케이스는 식별 환자가 45명의 단계1 리스트에서 38 순위에 위치하였다. 실험1과 실험2에서 가장 좋은 환자와 가장 좋지 않은 환자는 각각 동일하였다.

동일 환자의 과거 치열과 현재 치열에 대한 유사도를 Table 3의 유사도 계산법을 이용하여 계산하였을 때 값은 평균 0.9788 ± 0.0245 로 나타났다. 여기서 유사도의 절대값은 의미가 없다. 각각의 500명 식별에서 단계1 환자 후보 목록의 유사도 최대값, 최소값 평균은 각각 0.9835 ± 0.0222 , 0.9128 ± 0.0651 이었다.

제 4 장 결론 및 고찰

미리 예상할 수 있었던 것처럼 추정 나이를 고려한 실험1이 실험2보다 결과가 우수하였다. 개인 식별의 단계1만 고려하였을 때 추정 나이를 이용한 실험1이 14.45 ± 13.29 명으로, 실험2의 46.66 ± 42.27 명보다 약 3배정도 좁혀진 환자집단을 제시하였다. 하지만 단계2까지 고려했을 때는 실험1, 2 각각 2.00 ± 2.63 과 2.98 ± 4.95 순위를 보여 큰 차이를 보이지는 않았다. 단계2의 유사도를 고려하여 정렬하는 방법이 상대적으로 개인 식별에 있어서 결정적인 역할을 하는 것을 확인할 수 있었다.

실험1의 결과에서 단계1에서 평균적으로 전체 환자의 2.89%로 식별 대상을 압축하였고 단계2의 정렬된 리스트에서 500명 중 평균 0.40%의 백분위 순위를 가지는 결과를 보여줬다. 실험2의 결과에서, 단계1에서 평균적으로 전체 환자의 9.33%로 식별 대상을 압축하였고 단계2의 정렬된 리스트에서 500명중 평균 0.60%의 백분위 순위를 가지는 결과를 보여줬다.

치아상태 이동의 기본 가정에 기반한 데이터베이스 검색과 유사도 계산에 의한 정렬이 개인 식별에 유용함을 확인할 수 있었다.

실험에서 식별 과정에서 환자수를 크게 줄일 수 있는 요인은 32개의 치아를 6개의 상태로 구분하여 치열의 다양성을 증가시키고 치아 변화의 방향성을 부여한 것이 식별가능성을 증가시켰다고 생각한다. 치열

정보 이외에 다른 조건들을 함께 사용한다면 개인 식별 가능성이 더 높아질 것이다.

반면, 가장 좋지 않은 결과를 나타내었던 환자는 과거에 제3대구치 4개를 포함하여 수복물이 하나도 없는 32개의 자연치아를 가지고 있었고, 이후 제3대구치 발치 및 수 개의 치아를 치료 받으면서 유사도가 많이 떨어졌기 때문인 것으로 보인다.

한편, 실험 과정에서 방사선 사진 판독시 다음의 불분명한 경우가 발생하였다.

1. 제1소구치, 제2소구치 중의 하나가 발치되거나 결손되었을 경우 판독의 모호함이 발생하였다. 본 연구에서는 위치관계를 고려하여 우선 판독하고 그 외의 경우에는 제2소구치가 상실된 것으로 하였다. 교정치료가 완료된 환자의 경우 위치로 판독하는 것이 어렵기 때문에 이에 대한 개선이 필요하거나 아예 소구치를 빼고 치열정보를 구성하는 것이 필요할 것으로 생각한다.
2. 치아의 수복재가 방사선사진상에서 명확히 관찰되지 않는 경우가 있었다. 방사선불투과성 수복물이 이후에 방사선투과성 수복물로 교체되었을 경우에는 방사선투과성수복치아가 자연치아로 오인될 가능성이 있다. 이 경우에는 본 실험에서 가정하였던 치아의 과거상태를 위배되는 경우가 발생하게 된다. 이를 보완하기 위해 임상적 검사를 통해 치아의 수복여부를

판별하는 것도 필요하다고 생각한다. 본 실험에서는 수복물은 모두 판별할 수 있다고 가정하였다.

본 연구의 한계점 또는 단점으로 다음의 내용을 들 수 있다.

1. 본 연구에서 사용한 치아상태에 대한 분류는 자가치아이식 (transplantation)을 한 경우를 고려하고 있지 못하다.
2. 본 연구에서 사용한 방식의 단점은 방사선사진에서 치열정보를 데이터베이스로 변환하는 과정이 자동화되어 있지 않다는 것이다. 수작업으로 변환하는 것은 매우 시간이 소모되고 오류가 발생될 여지가 많다.

앞의 내용 중 1의 경우 자가치아이식을 시술한 환자의 케이스가 극히 미미할 것이라고 생각하고 중요하게 고려하지 않아도 될 것으로 생각했다. 2의 경우에는 변환과정을 자동화할 수 있는 방법을 추가적으로 고안하거나 임상시술과정에서 치아상태를 입력하도록 하여 보완하는 방법이 있을 수 있을 것으로 생각한다. 파노라마방사선사진을 이용하여 치아를 자동으로 인식하는 연구가 이미 있었다. Robert Wanat은 218명의 파노라마방사선사진에서 치아를 자동으로 인식하여 구분하는 연구를 하였다.[18]

본 연구에서 치아상태를 방사선사진상에서 적용할 수 있는 6단계로 나누었고 단계의 이동이 방향성을 가진다는 점을 이용하여 개인 식별에

적용할 수 있다는 것을 보여주었다. 향후 연구에서는 파노라마방사선사진에서 치아정보를 자동으로 추출하여 데이터베이스를 구축하여 많은 수의 환자를 가진 데이터베이스를 구축하는 것이 필요하다고 생각한다.

Table 1. Classification of teeth states

Teeth states(code)	Description
Natural teeth(0)	Intact, never treated teeth. Supernumerary teeth were ignored. Deciduous teeth weren't considered. Impacted teeth were regarded as natural teeth.
Treated teeth without canal filling(1)	Crown, inlay, onlay and restored teeth without canal filling(endodontic treatment).
Treated teeth with canal filling(2)	Crown, inlay, onlay and restored teeth with canal filling(endodontic treatment).
Missing teeth(3)	Included congenital missing teeth. Included removable prosthesis such as CD, RPD. If the first premolar and the second premolar were missing together, primarily considered the position of teeth and then assumed the second premolar was missing.
Pontics(4)	Included pontics between bridge prosthesis. Included pontics between implant prosthesis were categorized into implant prosthesis Included pontics between implant fixture and crown bridges.
Implant prosthesis(5)	Included prosthesis with implant fixture. Fixture installation states without prosthesis were categorized into missing teeth.

Table 2. Database Table specification

Data name	Data type	Description
chartno	char(6)	Patient id
sex	char(1)	Sex (male: 'M', female: 'F')
birthdate	char(8)	Birthdate: 'YYYYMMDD'
dentition1q	char(8)	The first quadrant
dentition2q	char(8)	First quadrant
dentition3q	char(8)	Second quadrant
dentition4q	char(8)	Third quadrant
studydate	char(8)	Date of recording: 'YYYYMMDD'

Table 3. How to calculate difference and similarity.

Previous teeth (code)	Identified teeth (code)	Difference score
Natural teeth (0)	Natural teeth (0)	(identified code – previous code)
Treated teeth without canal filling (1)	Natural teeth (0) Etc.	10 (MAX score) (identified code – previous code)
Treated teeth with canal filling (2)	Natural teeth (0) Treated teeth without canal filling (1) Etc.	10 (MAX score) (identified code – previous code)
Missing teeth (3) Pontics (4) Implant prosthesis (5)	Natural teeth (0) Treated teeth without canal filling (1) Treated teeth with canal filling (2) Etc.	10 (MAX score) if previous teeth state was equal to identified teeth state, then score was 0. otherwise scores was 1.

Because missing teeth, pontics, implant prosthesis states could shift mutually, difference score was 1 in these states.

Difference score summed up for all each teeth was divided by 320 (=32 * 10). This value means difference.

The similarity = (1 – difference).

Table 4. Result

	Phase 1		Phase 2	
	number	Ratio(%)	ranking	Ratio(%)
experiment 1	14.45 ± 13.29	2.89	2.00 ± 2.63	0.40
experiment 2	46.66 ± 42.27	9.33	2.98 ± 4.95	0.60

Number : The number of potential patients.

Rank : The rank of the identified patient after sorting.

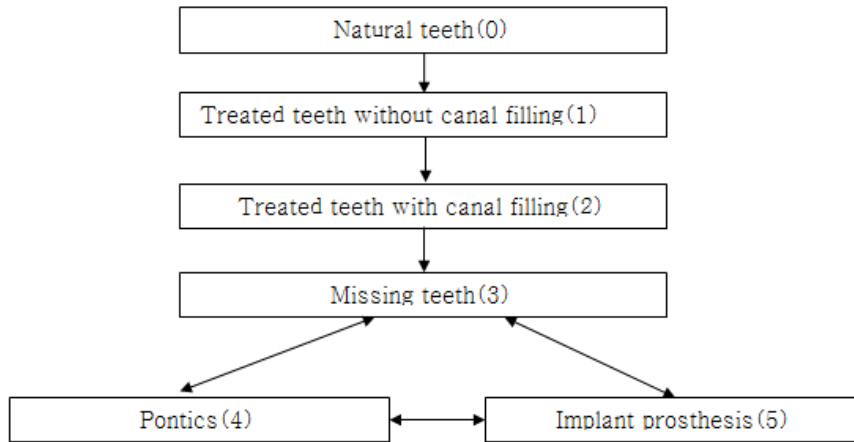


Figure 1. The shift of teeth states. When constructing a database, information on patient's teeth state was distinguished in six different states: natural teeth(0), treated teeth without canal filling(1), treated teeth(2), missing teeth(3), pontics(4), and implant prosthesis(5).

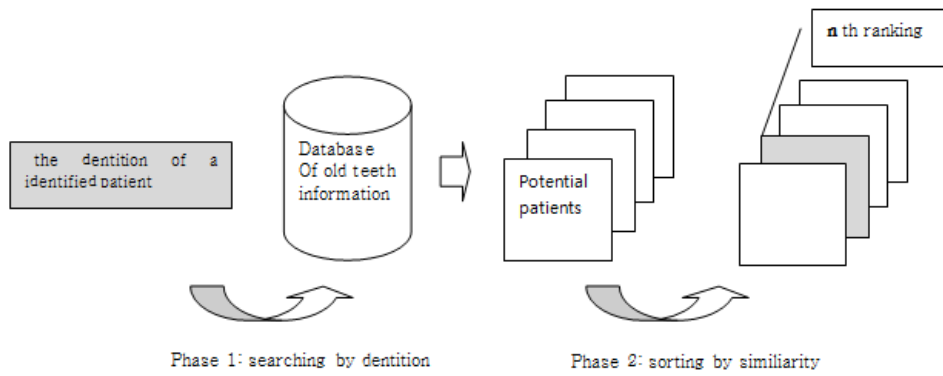


Figure 2. The flowchart of individual identification. In phase 1, possible patients were selected from the database by dentition, gender, estimated birthyear. In phase 2, similaritys of possible patient in phase 1 list were calculated and sorted in descending order by similarity.

참고 문헌

1. Fischman SL. The use of medical and dental radiographs in identification. *Int Dent J* 1985; 35: 301–6.
2. Andersen L, Juhl M, Solheim T, Borrman H. Odontological identification of fire victims – potentialities and limitations. *Int J Legal Med* 1995; 107: 229–34.
3. Pretty IA, Sweet D. A look at forensic dentistry – Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *Br Dent J* 2001; 190: 359–66.
4. Lee SS, Choi JH, Yoon CL, Kim CY, Shin KJ. The diversity of dental patterns in the orthopantomography and its significance in human identification. *J Forensic Sci* 2004; 49: 784–6.
5. Lee C. Odontologic traits of senior population for the individual identification [dissertation]. Seoul: Seoul National University; 2012.
6. Chae SB. A study of the usefulness of panoramic radiography from Korean male in twenties for individual identification [dissertation]. Seoul: Seoul National University; 2013.

7. Wenzel A, Andersen L. A quantitative analysis of subtraction images based on bite-wing radiographs for simulated victim identification in forensic dentistry. *J Forensic Odontostomatol* 1994; 12: 1–5.
8. Andersen L, Wenzel A. Individual identification by means of conventional bitewing film and subtraction radiography. *Forensic Sci Int* 1995; 72: 55–64.
9. Nomir O, Abdel-Mottaleb M. A system for human identification from X-ray dental radiographs. *Pattern Recogn* 2005; 38: 1295–305.
10. Zhou J, Abdel-Mottaleb M. A content-based system for human identification based on bitewing dental X-ray images. *Pattern Recogn* 2005; 38: 2132–42.
11. Nomir O, Abdel-Mottaleb M. Hierarchical contour matching for dental X-ray radiographs. *Pattern Recogn* 2008; 41: 130–8.
12. Jain AK, Chen H. Matching of dental X-ray images for human identification. *Pattern Recogn* 2004; 37: 1519–32.
13. Tuteja M, Bahirwani S, Balaji P. An evaluation of third molar eruption for assessment of chronologic age: a panoramic study. *J Forensic Dent Sci* 2012; 4: 13–8.

14. Saxena S, Sharma P, Gupta N. Experimental studies of forensic odontology to aid in the identification process. *J Forensic Dent Sci* 2010; 2: 69–76.
15. David MP, Saxena R. Use of frontal sinus and nasal septum patterns as an aid in personal identification: a digital radiographic pilot study. *J Forensic Dent Sci* 2010; 2: 77–80.
16. Adachi H. Studies on sex determination using human dental pulp. II. Sex determination of teeth left in a room. *Nihon Hoigaku Zasshi* 1989; 43: 27–39.
17. Sweet D, Pretty IA. A look at forensic dentistry – Part 2: teeth as weapons of violence–identification of bite-mark perpetrators. *Br Dent J* 2001; 190: 415–8.
18. Wanat R, Frejlichowski D. A problem of automatic segmentation of digital dental panoramic x-ray images for forensic human identification. *Proceedings of the 15th Central European Seminar on Computer Graphics*; 2011 May 2; Viničné, Slovakia. Vienna: Vienna University of Technology; 2011. p. 165–72.

Abstract

The construction of a database and the identification with panoramic radiographs

Lim, Sang-Hyun

School of Dentistry

Seoul National University

1. Purpose

The purpose of this study was to construct a database of patients' dentition with panoramic radiographs and devise a method of identifying individuals by recognizing of dentition change. Through the simulation, the feasibility of individual identification method has been evaluated.

2. Materials and methods

In this study, the experimental group consisted of 500 patients (199 men and 301 women; mean age, 44 years old from 20 to 91) with history of taking two or more panoramic radiographs at the Seoul National University Dental Hospital. For each patient,

two panoramic radiographs were selected which represents past and present dentition state. Present dentitions were left unidentified and past dentitions were identified and stored in the database. When constructing a database, information on patient's teeth state was distinguished in six different states: natural teeth(0), treated teeth without canal filling(1), treated teeth with canal filling (2), missing teeth(3), pontics(4), and implant prosthesis(5). The searching algorithm was composed of 2 phases based on gender, dentition, estimated birthyear(actual birthyear ± 10) of unidentified patients. In phase 1, possible patients were selected from the database by dentition, gender, estimated birthyear. In phase 2, similaritys of possible patient in phase 1 list were calculated and sorted in descending order by similarity. Then, a patient's rank identical to unidentified patient was measured in sorted list for each 500 patient.

3. Result

The mean size of the possible patient list in phase 1 was 14.45 ± 13.29 with conditions of dentition, gender, estimated birthyear and mean rank of true patient in phase 2 was 2.00 ± 2.63 after sorting by similarity.

The mean size of the possible patient list in phase 1 was

46.66±42.27 with conditions of dentition, gender and mean rank of true patient in phase 2 was 2.98±4.95 after sorting by similarity.

4. Conclusion

The database search algorithm based on the fundamental assumptions of the state transition of the teeth was effective in personal identification.

**Keywords : forensic dentistry, individual identification,
panoramic radiographs, database, dentition,
algorithm**

Student Number : 2010-22494