



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0002011
(43) 공개일자 2011년01월06일

- (51) Int. Cl.
A61C 17/22 (2006.01) A61C 19/00 (2006.01)
A46B 9/04 (2006.01) G06F 17/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7021076
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년02월19일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2010년09월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2009/050695
- (87) 국제공개번호 WO 2009/107047
국제공개일자 2009년09월03일
- (30) 우선권주장
61/015,846 2008년02월27일 미국(US)
61/061,056 2008년06월12일 미국(US)

- (71) 출원인
코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네덜란드왕국, 아인드호펜, 그로네보르스베그 1
- (72) 발명자
이징크, 테우니스 안
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인드호펜 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44
뷔페, 한스 마르크 베르트
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인드호펜 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44
- (74) 대리인
장훈

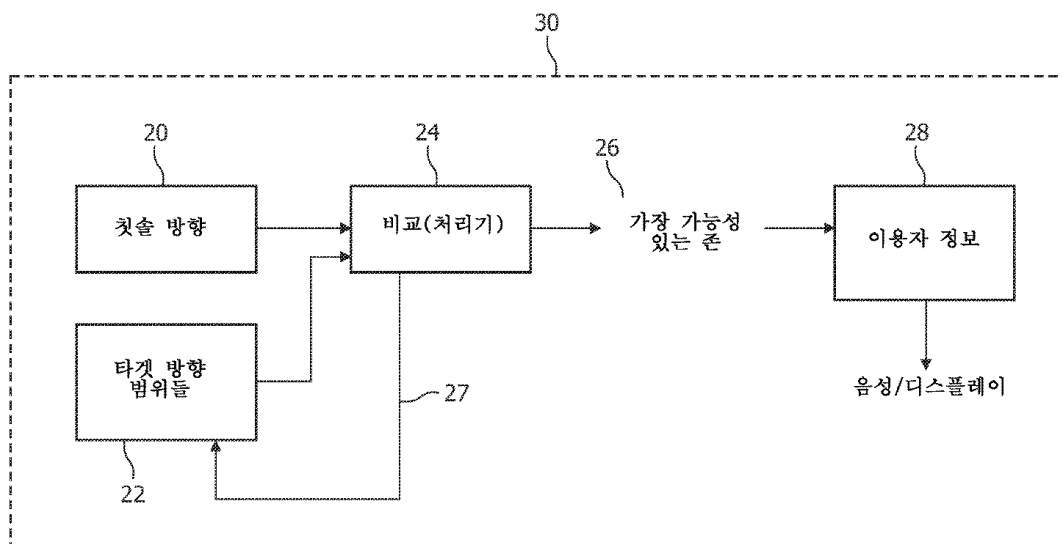
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 칫솔에 대한 덴탈 위치 추적 시스템

(57) 요약

덴탈 위치 추적 시스템은 측정된 저장된 정보에 기초하여, 지구에 대해 이용자의 구강에서 칫솔의 방향(orientation)을 결정하기 위한 시스템(20)을 가지는 칫솔(30)을 포함한다. 복수의 덴탈 존들(22) 각각에 대한 예상되는 측정된 칫솔 방향들의 타겟 범위들과 관련된 정보가 칫솔에 저장된다. 처리기(24)는 측정된 칫솔 방향 정보와 타겟 방향 범위들을 비교하고, 타겟 방향 정보와 측정된 칫솔 방향 정보 둘 모두의 동일한 좌표 시스템으로의 변환이 뒤따른다. 처리기는 그 다음, 타겟 범위들 중 임의의 하나가 그의 선택된 오차 내에서, 칫솔 방향 정보와 매칭하는지를 결정한다. 타겟 범위와 측정된 칫솔 방향 정보 사이의 임의의 차이는 그 다음, 이용자의 헤드의 위치 변경을 보상하기 위하여, 타겟 정보 범위를 부분적으로 조정하기 위해 이용된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

양치질 동안 헤드 움직임을 보상하는 칫솔에 대한 덴탈 존 추적 시스템(dental zone tracking system)에 있어서:

이용자의 구강에서 상기 칫솔의 방향(orientation)을 결정하기 위한 시스템(20)을 포함하는 칫솔;

복수의 선택된 덴탈 존들 각각에 대해 칫솔 방향에 대한 저장된 타겟 정보(22);

상기 칫솔 방향 정보 및 상기 타겟 방향 정보가 둘 모두 동일한 좌표 시스템에 있다면, 상기 칫솔 방향 정보를 상기 타겟 방향 정보와 비교하고, 어떤 타겟 정보가 선택된 오차 내에서 상기 칫솔 방향 정보와 매칭(matching)하는 것이 있다면, 이를 결정하기 위한 처리 시스템(24);

상기 칫솔 방향 정보와 이전 타겟 정보 사이의 차이들에 기초하여 상기 덴탈 존들에 대한 조정된 타겟 정보를 생성하는 보상 시스템(24); 및

상기 처리 시스템에 응답하여, 상기 선택된 덴탈 존들에서의 양치질에 관한 피드백 정보를 상기 이용자에게 제공하기 위한 정보 시스템(28)을 포함하는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 타겟 정보는 각 덴탈 존에 대한 타겟 방향들의 범위의 형태인, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 타겟 범위 정보에 대한 조정은 전체 차이(full difference)보다 적은, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 정보 시스템은 각 덴탈 존에서 양치질에 소비된 시간에 관한 정보를 상기 이용자에게 제공하는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 보상 시스템은 미리-선택된 덴탈 존에 관해 상기 칫솔의 알려진 초기 위치에 기초하는 초기 헤드 위치 정보를 이용하는 것을 포함하고, 상기 헤드 위치 정보는 미리-선택된 시간 간격들로 상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 범위 방향 정보 사이의 차이를 결정함으로써, 상기 미리-선택된 시간 간격들로 업데이트되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 타겟 방향의 범위들은 초기에 상기 이용자의 헤드(head)에 관련되고, 상기 칫솔 방향들은 초기에 지구-기반 좌표 시스템에 관련되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 타겟 방향 정보 및 상기 타겟 범위들은 둘 모두 그의 비교 동안 지구-기반 좌표 시스템에 관련되는, 덴탈

존 추적 시스템.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 타겟 방향 정보 및 상기 타겟 범위들은 둘 모두 그의 비교 동안 헤드-기반 좌표 시스템에 관련되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 상기 칫솔로부터 제공되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 청취가능한 통신의 형태인, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 상기 칫솔로부터 분리된 디바이스에 의해 제공되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 청취가능한 정보 또는 비주얼 디스플레이의 형태인, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 분리된 디바이스는 칫솔-전용 디바이스, PDA 또는 모바일 폰인, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 비교 및 보상 시스템들은 쿼터니언들(quaternions)을 이용하는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 덴탈 존들은: (1) 외부 치아 표면들, 치아 저작(chewing) 표면들, 내부 치아 표면들; (2) 상악, 하악 중 하나; 및 (3) 반우악(right jaw half) 및 반좌악(left jaw half) 중 하나의 치아 분할들을 포함하는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 방향 정보 사이의 차이는 상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 방향 정보 사이에서 움직이도록 최소의 회전각에 의해 결정되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 칫솔 방향 정보는 상기 칫솔 상에 위치한 가속도계 및 자기계에 의해 획득된 측정들을 이용하여 결정되는,

덴탈 존 추적 시스템.

청구항 18

제 2 항에 있어서,

상기 타겟 방향들의 범위 내의 중간 방향들은 단일 회전축에 대해 회전함으로써 획득되는, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 단일 회전축은 헤드-기반 좌표 시스템의 z-축에 평행한, 덴탈 존 추적 시스템.

청구항 20

양치질 동안 헤드 움직임을 보상하는 칫솔에 대한 덴탈 존 추적 방법에 있어서:

이용자의 구강에서 상기 칫솔의 방향을 결정하는 단계(20);

복수의 선택된 덴탈 존들 각각에 대해 칫솔 방향에 대한 타겟 정보를 저장하는 단계(22);

상기 칫솔 방향 정보 및 상기 타겟 방향 정보가 둘 모두 동일한 좌표 시스템에 있다면, 상기 칫솔 방향 정보를 상기 타겟 방향 정보와 비교하고(24), 어떤 타겟 정보가 선택된 오차 내에서 상기 칫솔 방향 정보와 매칭하는 것이 있다면, 이를 결정하는 단계;

상기 칫솔 방향 정보와 이전 타겟 정보 사이의 차이들에 기초하여 상기 덴탈 존들에 대한 타겟 정보를 조정하는 단계(24); 및

상기 선택된 덴탈 존들에서의 양치질에 관한 피드백 정보를 상기 이용자에게 제공하는 단계(28)를 포함하는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 타겟 정보는 각 덴탈 존에 대한 타겟 방향들의 범위의 형태인, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 타겟 범위 정보에 대한 조정은 전체 차이보다 적은, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

정보 시스템은 각 덴탈 존에서 양치질에 소비된 시간에 관한 정보를 상기 이용자에게 제공하는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

보상 시스템은 미리-선택된 덴탈 존에 관해 상기 칫솔의 알려진 초기 위치에 기초하는 초기 헤드 위치 정보를 이용하는 것을 포함하고, 상기 헤드 위치 정보는 미리-선택된 시간 간격들로 상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 범위 방향 정보 사이의 차이를 결정함으로써, 상기 미리-선택된 시간 간격들로 업데이트되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 타겟 방향의 범위들은 초기에 상기 이용자의 헤드에 관련되고, 상기 칫솔 방향들은 초기에 지구-기반 좌표 시스템에 관련되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 타겟 방향 정보 및 상기 타겟 범위들은 둘 모두 그의 비교 동안 지구-기반 좌표 시스템에 관련되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 상기 칫솔로부터 제공되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 28

제 20 항에 있어서,

상기 이용자 피드백 정보는 상기 칫솔로부터 분리된 디바이스에 의해 제공되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 29

제 20 항에 있어서,

상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 방향 정보 사이의 차이는 상기 칫솔 방향 정보와 상기 타겟 방향 정보 사이에서 움직이도록 최소의 회전각에 의해 결정되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 30

제 20 항에 있어서,

상기 칫솔 방향 정보는 상기 칫솔 상에 위치한 가속도계 및 자기계에 의해 획득된 측정들을 이용하여 결정되는, 덴탈 존 추적 방법.

청구항 31

제 21 항에 있어서,

상기 타겟 방향들의 범위 내의 중간 방향들은 단일 회전축에 대해 회전함으로써 획득되는, 덴탈 존 추적 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로, 양치질 동안 치아들의 영역 또는 영역들(덴탈 존들)에 관해 구강에서 칫솔의 위치를 추적하는 시스템들에 관한 것이며 특히, 양치질 동안 헤드(head)의 움직임을 고려하는 이러한 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이용자가 자신의 치아들을 양치질하고 있을 때의 실시간 피드백은 칫솔의 바람직한 특징이다. 한 가지 중요한 정보 부분은 칫솔이 상이한 덴탈 위치들 또는 존들, 즉 다수의 인접 치아들을 커버(cover)하는 특정 치아 영역들에서 이용되는 시간 길이에 관련된다. 이 정보는 이용자가 각 덴탈 존에 관한 양치질의 질을 결정하는데 도움을 준다. 따라서, 이용자들은 예를 들면, 그들이 각 덴탈 존에 대한 시간의 관점에서 불충분한 양치질(underbrushing) 또는 과도한 양치질(overbrushing)을 하고 있는지의 여부를 결정할 수 있다.

[0003] 이러한 정보를 획득하기 위한 한 가지 알려진 기술은 이용자가 자신의 치아들을 양치질할 때 칫솔의 방향(orientation)을 결정한 다음, 그 방향 정보를 다양한 미리-선택된 덴탈 존들과 상관시키는 것을 포함하고, 그것은 칫솔의 방향이 양치질 중인 특정 영역 또는 덴탈 존에 의존하여 알려진 방식으로 변할 것이기 때문이고 예를 들면, 양치질 중인 치아들이 하악(lower jaw) 또는 상악(upper jaw)에 있는지, 및 양치질 중인 특정 표면이

외부, 내부 또는 저작(chewing) 표면인지의 여부에 의존하여 칫솔이 상이하게 향해질 것이기 때문이다. 가속도계 및 자기계 센서들이 장착된 칫솔은 이러한 방향 정보를 개발할 수 있다. 이러한 시스템은 공보 WO 2006/137864A1호에 개시되어 있다. 가속도계들은 중력을 측정하기 위해 이용되고, 자기계들은 지구의 자계들을 측정한다. 이러한 정보를 이용하여, 지구에 관한 칫솔의 방향 정보(지구-기반 좌표 시스템에서)가 결정될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 이 방식이 본질적으로 가지고 있는 중대한 문제점은 이용자가 양치질 동안 여전히 자신의 헤드를 유지해야 한다는 점이다. 특정 알려진 방향으로 유지되고 있는 헤드에 기초하여 덴탈 존 결정들이 이루어진다. 헤드 방향이 주어진 존에서 양치질 동안 상당히 변화한다면(헤드가 움직임/회전함), 측정된 방향들은 그 존에 대해 따라서 변화할 것이고, 이들 새롭게 측정된 방향들은 그 덴탈 영역에 대해 고정된 "타겟(target)" 칫솔 방향들과 더 이상 매칭(matching)하지 않을 수 있다. 따라서, 덴탈 영역은 인식되지 않을 수 있거나, 부정확한 덴탈 영역이 식별될 수 있다. 상당한 헤드 움직임들은 2분의 양치질 간격 동안 매우 흔할 수 있다. 한 가지 솔루션은 이용자의 헤드에 관한 고정된 방향을 가지는 이용자의 헤드 상의 기준 센서의 이용에 의해 헤드 방향 변화들을 측정하는 것이다. 따라서, 타겟 방향들에서 변화들이 이루어질 수 있다. 그러나, 이용자의 헤드 상의 개별 센서를 이용하는 것은 불편하고, 부가의 비용을 추가하며, 일관되게 이용될 가능성이 없다.

과제의 해결 수단

[0005] 그러므로, 가속도계들 및 자기계들의 이용에 의해 칫솔 방향 정보를 획득하는 것을 포함하지만, 또한 개별 센서의 필요성 없이 양치질 동안 헤드의 움직임을 정확하게 고려하는 능력을 또한 포함하는 덴탈 위치 추적 시스템을 포함하는 것이 바람직하다.

[0006] 따라서, 양치질 동안 헤드 움직임을 보상하는 칫솔에 대한 덴탈 존 추적 시스템이 개시되며, 덴탈 존 추적 시스템은: 이용자의 구강에서 칫솔의 방향을 결정하기 위한 시스템을 포함하는 칫솔; 복수의 선택된 덴탈 존들 각각에 대해 칫솔 방향에 대한 저장된 타겟 정보; 칫솔 방향 정보 및 타겟 방향 정보가 둘 모두 동일한 좌표 시스템에 있다면, 칫솔 방향 정보를 타겟 방향 정보와 비교하고, 어떤 타겟 정보가 선택된 오차 내에서 칫솔 방향 정보와 매칭하는 것이 있다면, 이를 결정하기 위한 처리 시스템; 칫솔 방향 정보와 이전 타겟 정보 사이의 차이들에 기초하여 덴탈 존들에 대한 조정된 타겟 정보를 생성하는 보상 시스템; 및 처리 시스템에 응답하여, 선택된 덴탈 존들에서의 양치질에 관한 피드백 정보를 이용자에게 제공하기 위한 정보 시스템을 포함한다.

[0007] 또한, 양치질 동안 헤드 움직임을 보상하는 칫솔에 대한 덴탈 존 추적 방법이 개시되며, 덴탈 존 추적 방법은: 이용자의 구강에서 칫솔의 방향을 결정하는 단계; 복수의 선택된 덴탈 존들 각각에 대해 칫솔 방향에 대한 타겟 정보를 저장하는 단계; 칫솔 방향 정보 및 타겟 방향 정보가 둘 모두 동일한 좌표 시스템에 있다면, 칫솔 방향 정보를 타겟 방향 정보와 비교하고, 어떤 타겟 정보가 선택된 오차 내에서 칫솔 방향 정보와 매칭하는 것이 있다면, 이를 결정하는 단계; 칫솔 방향 정보와 이전 타겟 정보 사이의 차이들에 기초하여 덴탈 존들에 대한 타겟 정보를 조정하는 단계; 및 선택된 덴탈 존들에서의 양치질에 관한 피드백 정보를 이용자에게 제공하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 칫솔 및 칫솔에 대한 좌표 시스템의 투시도.
 도 2는 이용자의 헤드 및 이용자의 헤드에 대한 좌표 시스템의 측면 입면도.
 도 3은 이용자의 구강에서의 덴탈 존들을 도시한 도면.
 도 4는 덴탈 존 추적을 달성하기 위한 처리를 나타낸 시스템 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 시스템에서, 칫솔 방향 정보(구강에서)는 '648 공보에 설명된 방식과 유사한 방식으로 또는 다른 종래의 잘 알려진 방식으로 가속도계 및 자기계 센서들에 의해 지구-기반 좌표 시스템에서 획득된다. 이러한 방향 정보는 측정된 칫솔 방향 정보라고 칭해지며, 덴탈 존들에 대한 미리 확립된 고정된 타겟 방향들과 측정된 방향들 사이

의 차이들을 추적함으로써, 이용자의 헤드의 위치의 변화들(회전)을 결정하기 위해 본 시스템에서도 또한 이용되며, 이러한 차이들은 헤드 움직임에 의해 유발되는 것이다. 이것은 이용자가 자신의 헤드를 움직이고 있을 때에도 칫솔이 위치되는 덴탈 영역들을 시스템이 정확하게 식별할 수 있게 한다. 양치질 정보의 시간은 그 다음, 각 덴탈 존/영역에 대해 정확하게 획득된다.

- [0010] 덴탈 존 위치 추적 시스템은 먼저, 구강에서의 덴탈 존들의 수를 식별하는 것을 요구하고 예를 들면, 존들은 턱(상/하), 치아들의 표면들(외부 표면, 저작 표면, 내부 표면) 및 특정 절반의 턱(우/좌)에 따라 나누어질 수 있다. 이것은 도 3에 도시되어 있다. 이 특정 구성은 따라서, 12개의 상이한 덴탈 존들 또는 영역들로 구강을 나누고 예를 들면, 하나의 존/영역은 하악의 좌반의 치아들의 외부 표면들을 커버할 수 있었다. 보다 소수의 또는 보다 큰 수의 존들이 이용될 수 있다. 보다 큰 수의 존들에 대해, 턱의 앞쪽의 치아들은 턱의 뒤쪽의 치아들과 구별될 수 있다.
- [0011] 덴탈 위치 추적에서 주요 고려사항은 헤드가 특정 위치에 있을 때 덴탈 구역들 각각이 이와 연관된 알려진 유효한 칫솔 방향들의 범위를 가진다는 것이고, 이것은 타겟 방향들이라고 칭해진다. 이들 타겟 범위들은 헤드-기반 좌표 시스템에서 규정되고, 가속도계 및 자기계 센서 데이터로부터 결정된, 측정된 칫솔 방향들은 지구-기반 좌표 시스템에 관련된다. 타겟 방향 범위들 및 측정된 방향들이 동일한 좌표 시스템에서 표현될 때 비교가 이루어진다. 측정된 칫솔 방향이 타겟 방향들 중 하나 내에 있다면, 이용자가 그 타겟 범위를 가지는 덴탈 구역에서 자신의 치아들을 양치질하고 있는 것으로 결론짓는다. 그 다음, 각 덴탈 구역에서 소비된 시간이 추적될 수 있고, 그 정보는 양치질 습관들의 확인 또는 수정을 위해 이용자에게 제공된다. 또한, 실제 상황에서, 각 존에 대해 얼마나 많은 시간이 여전히 이용되어야 하는지에 관한 정보가 제공될 수 있다.
- [0012] 각 덴탈 위치에 대한 방향들의 타겟 범위는 존 내의 이상적인 방향들과 연관되는 1차원 뿐만 아니라, 이상적인 타겟 방향에 대한 허용가능한 방향 오차를 나타내는 직교 2차원들을 포함한다.
- [0013] 각 덴탈 존에 대한 타겟 범위들은 칫솔의 메모리에 저장된다. 상술된 바와 같이, 타겟 방향 범위들은 헤드-기반 좌표 시스템에서 규정되고, 가속도계 및 자기계 센서 데이터로부터 결정되는 측정된 칫솔 방향들은 지구-기반 좌표 시스템에서 표현된다. 덴탈 존을 결정하기 위한 둘의 비교는 동일한 좌표 시스템에서 둘 모두 표현될 것을 요구한다. 방향들의 타겟 범위를 지구-기반 좌표 시스템으로 변환하는 것은 그 반대로 하는 것보다 계산상 덜 복잡하지만, 대안적으로, 측정된 방향들은 비교를 위해 헤드-기반 좌표 시스템으로 변환될 수 있었다.
- [0014] 양치질 동안 헤드 위치의 변화들을 수용하기 위하여, 타겟 범위 방향 정보의 지구-기반 좌표 시스템으로의 연속적인 변환이 행해진다. 본 시스템에서, 이것은 양치질 중인 덴탈 존을 정확하게 식별하기 위하여, 양치질 동안 헤드 위치의 변화들(회전)을 밝히는 2개의 단계들로 달성된다. 제 1 단계에서, 초기 헤드 위치는 이용자가 양치질 세션을 시작할 때 확립된다. 초기 헤드 위치는 헤드-기반 좌표 시스템에서의 초기 칫솔 방향이 알려지는 경우에만 매우 정확하게 결정될 수 있다. 헤드-기반 좌표 시스템에서의 초기 칫솔 방향이 알려지면, 지구-기반 좌표 시스템에서의 칫솔 방향을 측정할 때, 초기 헤드 위치의 결정을 허용한다. 그러나, 실제로, 그것은 양치질 중인 초기 덴탈 존을 알기에 충분할 것이고, 그러므로, 헤드-기반 좌표 시스템에서의 정확한 헤드 방향보다는 헤드-기반 좌표 시스템에서의 대응하는 방향 범위를 알기에 충분할 것이다. 따라서, 이용자는 미리-선택된 덴탈 존에서 양치질을 시작해야 하고, 처리 시스템은 이 시작 위치를 알아야 한다. 양치질 이벤트의 시작에서 미리-선택된 덴탈 존에 대한 방향의 타겟 범위와 측정된 칫솔 방향들 사이에는 상관을 유발한다. 초기 헤드 방향으로 인한 임의의 에러들이 헤드 추적 처리에서 제 2 단계에 의해 수용될 수 있다(점차적으로 정정됨).
- [0015] 제 2 단계에서, 헤드 방향은 양치질 세션의 동안에 이용자가 이를 변화시킬 수 있을(또는 없을) 때 효과적으로 추적된다. 측정된 칫솔 방향들은 헤드 방향의 변화들을 추적하기 위해 이용된다. 헤드 방향이 변화되면, 측정된 칫솔 방향들은 측정된 칫솔 방향들이 헤드 방향이 변화될 때 치아들의 실제 위치를 따르도록 변화될 것이므로, 양치질 중인 덴탈 존에 대응하는 타겟 방향 범위(헤드 방향의 변화로부터 직접 변화되지 않는)로부터 벗어날 것이다. 헤드 위치가 변화되지 않으면, 측정된 방향들은 양치질 중인 덴탈 존에 대한 저장된 타겟 방향 범위 내에 있을 것이다. 타겟 방향 범위로부터 벗어나지만 그 범위에 대한 임계값 내에 있는 편차(Deviation)는 지구 좌표 시스템에서 표현되는 바와 같은 타겟 방향 범위가 측정된 칫솔 방향들에 근접해지도록 헤드 방향 추정이 조정되는(타겟 방향 범위의 변화를 유발하는) 것을 나타낸다. 헤드 방향의 변화는 타겟 방향 범위와 측정된 방향 사이의 차이를 생성하고, 헤드 방향의 차이는 실제로 추적, 즉 수용된다. 타겟 방향 범위에 적용될 조정은 동일할 수 있었고, 타겟 방향들의 범위를 측정된 칫솔 방향과 동조(매칭)해야 되었다. 그러나, 측정된 방향들에서 잡음의 존재로 인해 전체 정정 조정은 통상적으로 이루어지지 않는다; 즉, 하나의 샘플링 간격이 전체 정정을 행하기 위해 이용되어서는 안 된다. 그러므로, 정정은 전체 정정보다 다소 적으며, 이것은 0(정정 없음)과 1(전체

정정) 사이에서 가변할 수 있다.

[0016] 처리에서, 임의의 측정된 칫솔 방향들이 가능한 덴탈 위치 존에 대응하는 범위(차 오차/임계값을 포함하는)의 외부에 있다면, 헤드 방향 정보 및 타겟 방향 범위는, 임계값 외부의 방향 정보가 칫솔이 하나의 덴탈 존으로부터 또 다른 덴탈 존으로 이용자에 의해 움직이고 있는 것을 나타낼 가능성이 있기 때문에 업데이트되지 않는다.

[0017] 도 1은 칫솔에 대한 좌표 시스템을 도시하고, 도 2는 헤드-기반 좌표 시스템을 도시한다. 도 1에서, x-축은 칫솔모들의 방향이고, z-축은 칫솔의 자루를 따르고, y-축은 칫솔에 대해 측방향(측면으로)으로 향한다. 도 2에서, z-축은 헤드의 하부로부터 상부로의 방향이고(덴탈 아치의 평면에 수직), x-축은 헤드의 오른쪽 방향이고, y-축은 헤드의 전진 방향이다. 본 시스템에서, 지구에 대한 칫솔의 방향 정보는 측정된 가속도계 및 자기계 정보로부터 결정된다. 이것은 도 4의 블록(20)에 도시되어 있다. 지구의 중력 또는 자계로부터의 방향 정보의 계산은 하기에 간단히 기술된다. 지구의 중력 및 자계 벡터들은 지구-고정된 기준 좌표 시스템에서 고정된 및 알려진 방향을 가진다. 이들은 각각 ${}^r\mathbf{g}$ 및 ${}^r\mathbf{B}$ 로서 하기에 식별되며, 둘 모두 3차원 벡터들이다. 가속도계들 및 자기계들이 장착된 칫솔을 이용함으로써, 두 벡터들은 ${}^t\mathbf{g}$ 및 ${}^t\mathbf{B}$ 를 제공하는 칫솔-기반 좌표 시스템(도 1)에서 측정될 수 있다. 지구-고정된 좌표 시스템에서의 칫솔 방향은 3×3 매트릭스 ${}^r\mathbf{T}$ 에서 표현될 수 있다. ${}^r\mathbf{T}$ 의 컬럼들은 지구-기반 좌표 시스템에서 표현된, 칫솔-기반 좌표 시스템의 베이스 벡터들이다. 지구-기반 좌표 시스템에서의 벡터 \mathbf{V} 의 표현 ${}^r\mathbf{V}$ 와 칫솔-기반 좌표 시스템에서의 그 표현 ${}^t\mathbf{V}$ 사이의 관계는 다음에 의해 주어진다:

[0018]
$${}^r\mathbf{V} = {}^r\mathbf{T} \cdot {}^t\mathbf{V}$$

[0019] 따라서, 3D 벡터들의 직교 세트가 다음과 같이 형성되면:

[0020]
$$\left(east = \frac{\mathbf{g} \times \mathbf{B}}{\|\mathbf{g} \times \mathbf{B}\|}, north = \frac{\mathbf{g} \times \mathbf{B}}{\|\mathbf{g} \times \mathbf{B}\|} \times \frac{\mathbf{g}}{\|\mathbf{g}\|}, up = \frac{-\mathbf{g}}{\|\mathbf{g}\|} \right)$$

[0021] 칫솔 방향 ${}^r\mathbf{T}$ 는 다음과 같이 획득될 수 있다:

[0022]
$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \frac{{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}}{\|{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}\|} & \frac{{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}}{\|{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^r\mathbf{g}}{\|{}^r\mathbf{g}\|} & -\frac{{}^r\mathbf{g}}{\|{}^r\mathbf{g}\|} \end{bmatrix} &= {}^r\mathbf{T} \cdot \begin{bmatrix} \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} & \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} & -\frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} \end{bmatrix} \\ \Rightarrow {}^r\mathbf{T} &= \begin{bmatrix} \frac{{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}}{\|{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}\|} & \frac{{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}}{\|{}^r\mathbf{g} \times {}^r\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^r\mathbf{g}}{\|{}^r\mathbf{g}\|} & -\frac{{}^r\mathbf{g}}{\|{}^r\mathbf{g}\|} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} & \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} & -\frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} \end{bmatrix}^T \end{aligned}$$

[0023] 벡터들의 상기 세트는 매트릭스로 구성된다. 위첨자 t 는 매트릭스 응답 연산자를 나타내고, 매트릭스 역 연산자를 대체하기 위해 이용되었으며, 이것은 피연산자 매트릭스가 단일이므로 허용된다. 좌측-매트릭스 인수(지구-기반 좌표 시스템에서의 벡터 표현들을 포함하는)가 미리 계산될 수 있다. east, north 및 up가 지구-기반 좌표 시스템의 x, y, z 베이스 벡터 방향들로서 채택되면, 왼쪽의 좌측-매트릭스가 하기와 같도록 매트릭스를 식별하게 된다:

[0024]
$${}^r\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} & \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} & -\frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} \end{bmatrix}^T$$

[0025] 상기 수학식은 칫솔-장착된 가속도계 및 자기계 센서들로부터 획득된 측정된 중력 및 자계 벡터들로부터 칫솔 방향을 계산하기 위해 이용될 수 있다. 그러나, 벡터 매칭과 같은 본 기술분야에 알려진 다른 기술들이 방향 결정의 정확도를 개선하기 위해 적용될 수 있다.

[0026] 상기 결정들에서, x-방향은 칫솔모 가닥들에 다소 평행하여(브러시가 동작되지 않고 있을 때), 상기 계산들로부터의 결과는 칫솔 좌표 시스템에 관련된 칫솔에 대한 방향 정보이다.

[0027] 덴탈 위치 존들 각각은 도 2에 도시된 바와 같이, 헤드-기반 좌표 시스템에서 표현될 때, 시간 고정되는(불변하는) 칫솔 타겟 방향들의 대응하는 연속 범위로 맵핑된다. 이것은 도 4의 블록(22)에 표현된다. 각 범위(12-존 시스템에 대해)의 시작 및 끝은 특정 존의 앞니들 및 어금니들을 양치질하는 것, 즉 앞니들로부터 어금니들까지의 칫솔의 방향 범위에 대응한다. 브러시헤드가 하나의 덴탈 존에서 어금니들로부터 앞니들까지 움직일 때, 칫솔은 일반적으로 단일 축 주위에서 회전된다. 이 축은 일반적으로 헤드-기반 좌표 시스템의 z-방향이다(도 2의 덴탈 아치의 평면에 수직). 칫솔 시작하는 및 끝나는 타겟 방향에 의한 완성된 존 규정(12개의 존들에 대해)은 예를 들면, 각 구역에 대해, 상악/하악, 우측 또는 좌측의 선택된 치아 표면들(외부, 내부, 저작)을 식별하는 표 1에 도시되어 있다.

표 1

덴탈 위치 존	칫솔 x-축에 대한 회전 각(각도들로)		칫솔 x-축 방향	
	시작	끝	시작	끝
상, 외부, 좌	80	80	$(\sqrt{1-d^2}, -d, 0)$	(0, -1, 0)
상, 외부, 우	-80	-80	$(-\sqrt{1-d^2}, -d, 0)$	(0, -1, 0)
상, 저작, 좌	80	0	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
상, 저작, 우	100	180	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
상, 내부, 좌	-80	-80	$(-\sqrt{1-d^2}, d, 0)$	(0, 1, 0)
상, 내부, 우	80	80	$(\sqrt{1-d^2}, d, 0)$	(0, 1, 0)
하, 외부, 좌	100	100	$(\sqrt{1-d^2}, -d, 0)$	(0, -1, 0)
하, 외부, 우	-100	-100	$(-\sqrt{1-d^2}, -d, 0)$	(0, -1, 0)
하, 저작, 좌	100	180	(0, 0, -1)	(0, 0, -1)
하, 저작, 우	80	0	(0, 0, -1)	(0, 0, -1)
하, 내부, 좌	-100	-100	$(-\sqrt{1-d^2}, d, 0)$	(0, 1, 0)
하, 내부, 우	100	100	$(\sqrt{1-d^2}, d, 0)$	(0, 1, 0)

[0029] 타겟 방향들은 헤드-기반 좌표 시스템에 대해 표현되고, 칫솔 x-축의 방향 및 칫솔 x-축 주위의 회전 각에 의해 특징지어진다. 칫솔-기반 좌표 시스템이 헤드-기반 좌표 시스템에 정렬될 때, 회전각은 영이 되고, 칫솔 x-축 방향은 (1,0,0)이다. 우반 상악 상의 후방 어금니들의 외부 표면들을 양치질하기 위해, 칫솔은 칫솔모 가닥 방향에 대해 대략 +80° 로 회전되고, 칫솔모 가닥들은 $(\sqrt{1-d^2}, -d, 0)$ 방향으로 향하며, 여기서 $d=\cos(80^\circ)$ 이다.

[0030] 타겟 방향 범위들은 각각 시작과 끝을 가진다. 시작 방향으로부터, 끝 방향은 단일 회전축에 대해 칫솔의 연속된 회전에 의해 도달된다. 상기 특정 예에서, 고유한 회전 축은 헤드-기반 좌표 시스템에서 z-축과 평행하다. 상기 예에서, 각 존의 시작 및 끝 방향들은 칫솔의 80° 회전만큼 이격된다.

[0031] 측정된 칫솔 방향 정보는 그 다음, 칫솔의 처리기(블록(24)) 또는 개별 유닛에 의해 타겟 방향 범위들과 정규 간격들(일정 수의 밀리초들마다)로 비교된다. 양치질 중인 덴탈 존의 결정은 12개의 가능한 타겟 범위(블록(22))와의 측정된 칫솔 방향들(블록(20))의 비교를 수반한다. 양치질 중인 가장 가능성 있는 덴탈 존은 타겟 방향 범위가 측정된 방향에 가장 근접한 존이다. 가장 근접한 타겟 범위가 측정된 방향들과 너무 다르면, 즉 범위에 대한 임계치의 외부에 있으면, 브러시는 덴탈 위치 존들 중 어디에도 있지 않을 가능성이 있다.

[0032] 타겟 방향 범위와 측정된 방향 사이의 차이는 한 방향으로부터 또 다른 방향으로 얻어져야 하는 최소의 회전각에 의해 측정된다. 이러한 점에서, 방향들이 쿼터니언들(quaternions)을 이용하여 표현되는 경우에 계산들이 더 쉽다. 쿼터니언들에 의해 표현된 타겟 방향 범위와 측정된 방향 사이의 회전각의 계산은 2개의 쿼터니언들의 도트-곱(dot-product)을 취하는 것을 수반한다. 도트-곱은 회전각의 코사인에 비례한다. 도트-곱의 역 코사인을 취하는 것은 방향 차이를 측정하는 원하는 회전각을 제공한다. 회전각의 크기가 타겟 범위에 대한 임계값 또는 오차값(임계값 내의)보다 더 작다면, 칫솔은 여전히 그 타겟 방향 범위에 대응하는 덴탈 존 내에 있을 가능성이

있다. 신뢰가능한 방향 임계 레벨들은 5° 내지 20° 의 범위에 있다.

[0033] 상기에 나타낸 바와 같이, 타겟 방향 범위들은 시작 및 끝 칫솔 방향들에 의해 특징지어진다. 중간 타겟 방향 쿼터니언들은 시작 및 끝 방향들 사이의 보간법(interpolation)에 의해 획득된다. 타겟 쿼터니언들의 세트는 4 차원 쿼터니언 공간에서 원호를 형성한다. 측정된 방향 쿼터니언과 타겟 방향 쿼터니언 범위 사이의 거리를 찾기 위하여, 제 1 단계는 측정된 쿼터니언에 가장 근접한 호를 따른 단일 보간된 타겟 쿼터니언을 찾는 것이다. 이것은 최적의 타겟 쿼터니언이라고 칭해진다. 그 타겟 쿼터니언이 식별되면, 측정된 쿼터니언에 대한 거리를 쉽게 계산할 수 있다. 이 거리는 측정된 방향 쿼터니언과 타겟 방향 쿼터니언 범위의 거리이다.

[0034] 타겟 방향 범위들은 이들이 지구-기반 좌표 시스템에서 결정되는 칫솔 방향들에 비교될 수 있도록 헤드-기반 좌표 시스템으로부터 지구-기반 좌표 시스템으로 변환된다. 이러한 변환은 타겟 방향 범위의 각각의 시작 또는 끝을 나타내는 쿼터니언과 헤드 방향을 나타내는 쿼터니언을 곱함으로써 행해진다. 그러나, 상기에 나타낸 바와 같이, 대안적인 실시예에서, 측정된 칫솔 방향들은 헤드-기반 좌표 시스템으로 변환되어, 이들은 그 좌표 시스템에서 이미 규정된 타겟 방향 범위들과 비교될 수 있다. 이러한 변환은 헤드 방향을 나타내는 쿼터니언의 쾨주게이트(conjugate)를 측정된 칫솔 방향을 나타내는 쿼터니언과 곱함으로써 행해진다.

[0035] 이용자의 헤드가 양치질 세션 동안 움직일 때, 헤드 방향 쿼터니언은 통상적으로 업데이트를 요구하여, 타겟 범위의 조정을 유발할 것이다. 헤드 방향의 변화는 측정된 방향 쿼터니언들이 식별된 덴탈 위치 존과 연관된 타겟 범위로부터 체계적으로 벗어나는 것으로 판명된다면, 이것은 헤드 위치의 변화로 인한 것이 틀림없다는 가정하에 추정된다. 상기에 나타낸 바와 같이, 헤드 방향은 그 다음, 측정된 칫솔 방향과 타겟 방향들 사이의 임계값 내의 편차(차)가 최종적으로 영이 되도록 타겟 방향들의 연속적인 조정들에 의해 천천히 적용된다. 이들 조정들은 처리기 블록(24)과 타겟 범위 블록(22) 사이의 피드백 라인(27)에 의해 표현된다.

[0036] 일반적으로, 결정된 에러(차) 쿼터니언은 측정된 칫솔 방향 쿼터니언을 매칭하기 위해 타겟 쿼터니언의 변화를 일으킨다. 에러 쿼터니언이 헤드 방향 쿼터니언을 변화시키도록 적용되면, 최적의 타겟 방향 쿼터니언이 측정된 방향 쿼터니언과 일치하는 것으로 나타난다. 그러나, 일반적으로, 불량한 덴탈 존 식별을 유발하는 측정된 쿼터니언의 잡음으로 인해, 부정확한 헤드 방향 추정들 및 대응하는 부정확한 타겟 방향 쿼터니언들을 회피하기 위해, 헤드 방향 추정은 양치질 동안 통상적으로 비교적 작은 예상된 헤드 위치 변화에 기초하여 업데이트된다. 전체 에러 쿼터니언은 적용되지 않으며, 오히려 그 버전이 감소된다. 헤드 위치 정보의 업데이트를 포함하는 쿼터니언들을 이용하여 처리 시스템 단계들의 시퀀스의 일례는 다음과 같다.

[0037] 하기의 위첨자 ^r의 이용은 대응하는 양(벡터, 매트릭스 또는 쿼터니언)이 지구-기반(기준) 좌표 시스템에서 표현되는 것을 나타낸다. 마찬가지로, 위첨자 ^t는 칫솔-기반 좌표 시스템에서의 표현을 나타내고, 위첨자 ^h는 헤드-고정 좌표 시스템에서의 표현을 나타낸다.

[0038] (1) 칫솔-기반 센서들(가속도계 및 자기계)에 의해 중력 (^t**g**) 및 지구-자계(**B**) 벡터들의 측정들로부터 현재 시간 단계(간격)의 칫솔 방향 매트릭스 ^r**T**를 결정한다.

[0039]
$${}^r\mathbf{T} = \left[\begin{array}{c} \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} \quad \frac{{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}}{\|{}^t\mathbf{g} \times {}^t\mathbf{B}\|} \times \frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} \quad - \frac{{}^t\mathbf{g}}{\|{}^t\mathbf{g}\|} \end{array} \right]^T$$

[0040] (2) 표준 매트릭스-쿼터니언 변환 처리에 의해 방향 매트릭스 ^r**T**를 현재 시간 단계(간격)의 쿼터니언 ^r**t**로 변환한다.

[0041] (3) 헤드-기반 좌표 시스템(즉, ^h**t**)에서의 칫솔 방향을 획득하기 위해 이전 시간 단계의 헤드 쿼터니언 ^r**h**(pre)를 적용하고,

[0042]
$${}^h\mathbf{t} = {}^r\mathbf{h}^*(\text{pre}) \otimes {}^r\mathbf{t}$$

[0043] 여기서 *는 쿼터니언 쾨주게이션 연산자를 나타내고 \otimes 는 쿼터니언 곱 연산자를 나타낸다.

[0044] (4) 덴탈 위치 존에 속하는 타겟 방향 범위를 [${}^hZB_i, {}^hZE_i$]($i = 0 \dots 11$)의 각각에 대해 존-최적 타겟 쿼터니언 hzo_i 을 계산한다. 쿼터니언 hZB_i 는 범위의 시작이고, hZE_i 는 범위의 끝이다. 각 존 및 연관된 타겟 방향 범위에 대해, 존-최적 타겟 쿼터니언은 t 에 대한 최소 거리를 가지는 타겟 범위 내의 쿼터니언이다.

[0045] (5) h 과 존-최적 타겟 쿼터니언들 hzo_i ($i = 0 \dots 11$) 각각 사이의 거리를 계산한다. 또한, 대응하는 차 쿼터니언 ${}^hdf_i = {}^h t \otimes {}^hzo_i^*$ 을 계산한다.

[0046] (6) 대응하는 존-최적 타겟 쿼터니언 hzo_j 가 h 에 가장 근접한 존 j 로서 현재 시간 단계의 덴탈 위치 존을 식별하기 위해 이전 단계에서 계산된 거리들을 이용한다. 대응하는 차 쿼터니언 hdf_j 는 순시 헤드 방향 에러 쿼터니언 ${}^he = {}^hdf_j$ 이다. 최소의 거리가 범위에 대한 미리 규정된 임계값보다 크다면, 덴탈 위치는 식별되지 않고(브러시는 존들 사이에 있고) 순시 헤드 방향 에러 쿼터니언은 (1,0,0,0)으로서 취해진다.

[0047] (7) 순시 헤드 방향 에러 쿼터니언을 지구-기반 좌표 시스템, ${}^rhe = {}^r h \otimes {}^he \otimes {}^h^*$ 쪽으로 변환한다.

[0048] (8) 순시 헤드 방향 에러 쿼터니언의 감소된 버전으로서 헤드 업데이트 쿼터니언을 계산한다. 여기서 감소된 버전은 회전량(즉, 회전각)이 감소되는 것을 의미한다. 이것은 쿼터니언의 3D 벡터 성분(즉, 최종 3개의 스칼라 성분들)을 인자 k ($0 < k \leq 1$)로 곱한 후에 쿼터니언의 단일로 환치 계산함으로써 행해질 수 있다. 수학적식은 다음과 같다:

[0049]
$${}^rhu = \frac{({}^rhe_0, k \cdot {}^rhe_1, k \cdot {}^rhe_2, k \cdot {}^rhe_3)}{\|({}^rhe_0, k \cdot {}^rhe_1, k \cdot {}^rhe_2, k \cdot {}^rhe_3)\|}$$

[0050] 인자 k 는 헤드 추적 알고리즘의 응답 시간을 결정한다; $k=1$ 은 순시 응답을 나타내고, $k=0$ 은 무한히 긴 응답을 나타낸다. k 의 최적 값은 헤드 방향 추정의 급속한 응답(높은 k)과 낮은 잡음(낮은 k) 사이의 절충이다.

[0051] (9) 헤드 업데이트 쿼터니언, ${}^rhe(\text{cur}) = {}^rhu \otimes {}^rhe(\text{pre})$ 에 의해 이전 시간 단계 ${}^rh(\text{pre})$ 의 헤드 쿼터니언을 미리 곱함으로써 현재 시간 단계 ${}^rh(\text{cur})$ 의 헤드 쿼터니언을 계산한다.

[0052] (10) 다음 시간 단계 동안 (1)로 복귀한다.

[0053] 본 시스템에서 일반적으로 쿼터니언들의 이용에 관한 또 다른 정보에 대해, 타겟 방향 범위는 시작 쿼터니언 hZB 및 끝 쿼터니언 hZE 에 의해 규정된다. 전체 범위는 이들 2개의 쿼터니언들을 접속하는 단위 초구(unit hypersphere) 상의 호(원 세그먼트)이다. 방향 hZB 로부터 방향 hZE 로 진행하는데 필요한 회전은 스패 쿼터니언에 의해 주어진다:

[0054]
$${}^hSpan = {}^hZE \otimes {}^hZB^*$$

[0055] 이 스패 쿼터니언은 표준 형태로 표현될 수 있다:

[0056]
$${}^hSpan = \begin{bmatrix} \cos \frac{1}{2} \phi_{span} \\ {}^h \mathbf{n} \sin \frac{1}{2} \phi_{span} \end{bmatrix}$$

[0057] 여기서, ϕ_{span} 은 회전각이고(시작(개시) 방향에서부터 끝 방향으로 회전하는) ${}^h \mathbf{n}$ 은 대응하는 회전 축이다(단일 길이의 3D 벡터). 존-최적 쿼터니언 hzo 는 hZB 및 hZE 에 의해 한정된 호 상의 어떤 장소이다. 그러므로, 그것은 하기와 같이 표현될 수 있다:

$${}^h z_O = \begin{bmatrix} \cos \frac{1}{2} \phi_{opt} \\ {}^h \mathbf{n} \sin \frac{1}{2} \phi_{opt} \end{bmatrix} \otimes {}^h ZB$$

[0058]

[0059] 여기서, $0 \leq \phi_{opt} \leq \phi_{span}$ 이다. 회전각 ϕ_{opt} 는 호 상에서 준-최적 쿼터니언이 놓인 장소를 규정한다. $\phi_{opt} = 0$ 이면, 준-최적 쿼터니언은 시작 방향 ${}^h ZB$ 와 일치하고, $\phi_{opt} = \phi_{span}$ 이면, 그것은 끝 방향 ${}^h ZE$ 와 일치한다.

[0060] 정확한 ϕ_{opt} 를 찾기 위하여, 호는 전체 왼쪽으로 일시적으로 연장되고, 원 상에서 ϕ_{opt} 가 놓인 장소를 계산한다. 이후, ϕ_{opt} 는 간격 $0 \leq \phi_{opt} \leq \phi_{span}$ 상에서 트렁케이팅된다(truncated). 원 상의 위치는 수학적 식으로부터 계산될 수 있다:

[0061]

$$\phi_{opt} = 2 \arctan \frac{-{}^h \mathbf{n} \cdot ({}^h ZB_0 {}^h \mathbf{t} + {}^h t_0 {}^h ZB - {}^h ZB \times {}^h \mathbf{t})}{{}^h ZB_0 {}^h t_0 + {}^h ZB \cdot {}^h \mathbf{t}}$$

[0062] 여기서 ${}^h ZB_0$ 는 ${}^h ZB$ 쿼터니언의 스칼라(제 1) 성분이고, ${}^h ZB$ 는 ${}^h ZB$ 쿼터니언의 3D 벡터 부분(최종 3개의 성분들)이다. 마찬가지로, ${}^h t_0$ 는 ${}^h \mathbf{t}$ (칫솔) 쿼터니언의 스칼라 성분이고, ${}^h \mathbf{t}$ 는 ${}^h \mathbf{t}$ 쿼터니언의 3D 벡터 부분이다. ϕ_{opt} 로 나타낸 이러한 원 상의 위치는 칫솔 쿼터니언 ${}^h \mathbf{t}$ 로부터의 극한 거리(최소 또는 최대)를 가진다. 대체로, 항상, 최소 거리의 한 위치와 최대 거리의 한 위치가 있다. 이들 위치들은 원 및 단위 초구 둘 모두 상에 정반대로 이격되어 있다(원과 초구의 중심점들이 일치하므로). 달리 말하면, 두 극한들은 ϕ_{opt} 에 의해 2π 이격되어 있다. 그러므로, 이들 위치들(최소 및 최대 거리의)은 동일한 방향에 대응하고, 계산된 ϕ_{opt} 로 나타낸 극한들의 속성을 결정할 필요가 없다.

[0063] 준-최적 쿼터니언 ${}^h z_O$ 는 최종적으로 하기와 같이 된다:

$${}^h z_O = \begin{cases} {}^h ZB, & \phi_{opt} \bmod 2\pi \leq 0 \\ \frac{\begin{bmatrix} {}^h ZB_0 {}^h t_0 + {}^h ZB \cdot {}^h \mathbf{t} \\ -{}^h \mathbf{n} \cdot ({}^h ZB_0 {}^h \mathbf{t} + {}^h t_0 {}^h ZB - {}^h ZB \times {}^h \mathbf{t}) \end{bmatrix} \otimes {}^h ZB}{\sqrt{({}^h \mathbf{n} \cdot ({}^h ZB_0 {}^h \mathbf{t} + {}^h t_0 {}^h ZB - {}^h ZB \times {}^h \mathbf{t}))^2 + ({}^h ZB_0 {}^h t_0 + {}^h ZB \cdot {}^h \mathbf{t})^2}}, & 0 < \phi_{opt} \bmod 2\pi < \phi_{span} \\ {}^h ZE, & \phi_{opt} \bmod 2\pi \geq \phi_{span} \end{cases}$$

[0064]

[0065] 이것은 ${}^h ZB$ 및 ${}^h ZE$ 에 대한 트렁케이션을 포함한다. mod(모듈로) 연산자는 동일한 방식으로 두 극한들을 처리하기 위해 포함된다. 쿼터니언 ${}^h z_O$ 가 단일 길이를 가지는 것을 보장하기 위해 정규화가 필요하다.

[0066] 상기에 따라 칫솔이 양치질하고 있는 덴탈 존의 정규 시간 간격들에서의 결정은 양치질 동안 이용자의 헤드 방향의 가능한 변화를 고려한다. 이것은 쿼터니언들을 이용하여 상기에 상세히 기술된 방식으로 처리기(24)에 의해 달성된다. 그 다음, 블록(28)에 나타낸 바와 같이, 칫솔 방향에 기초하여, 각 덴탈 존에서 소비된 양치질 시간량에 관해 이용자를 위한 정보가 개발된다. 음성과 같은, 피드백 정보가 칫솔 자체 내에서 생성될 수 있으며, 이것은 도 4의 점선들(30)로, 또는 음성 및 디스플레이를 포함할 수 있는 분리된 디바이스에 의해 표시된다. 칫솔과 분리된 디바이스 사이의 통신은 무선 또는 배선줄이 될 수 있다. 분리된 디바이스는 칫솔-전용 디바이스가 될 수 있거나, 적합한 무선 인터페이스가 장착된 이용자의 PDA 또는 모바일 폰이 될 수 있다.

[0067] 따라서, 각 덴탈 위치 존에서 소비된 시간에 대한 실시간 피드백이 제공된다. 또한, 불충분하게 양치질 된 존들이 식별될 수 있을 뿐만 아니라, 각 존에서 소비된 총 양치질 시간의 단편과 같은, 양치질 효율성이 식별될 수 있다. 다양한 보고들 및 정보가 실시간으로 이용자에게 제공될 수 있다. 이용자 피드백은 또한, 양치질 보고들 및 양치질 동향들의 형태로 제공될 수 있다. 트렌드들은 메모리 및 적합한 이용자 인터페이스를 요구한다. 메모리는 이용자의 PDA 또는 모바일 폰 내부의 메모리 또는 분리된 디바이스로 플러그인될 수 있는 메모리 소자의

형태를 취할 수 있다. 정보는 또한 이용자의 개인용 컴퓨터에 저장될 수 있다.

[0068] 그러므로, 방향 정보의 선택된 처리에 의해, 이용자의 헤드의 위치의 변화들을 고려하면서도 가속도계들 및 자기계들의 이용을 통해 칫솔 방향을 결정함으로써, 양치질 중인 덴탈 존들을 정확하게 추적하기 위한 시스템이 기술되었다. 이용자가 이용자의 헤드 상에 개별 센서를 가질 필요 없이, 양치질 동안 자신의 헤드를 움직이고 있는 경우에도, 양치질 중인 덴탈 존들의 정확한 정보가 획득될 수 있다. 이 정보는 다양한 덴탈 존들에서 소비된 시간에 관련하여 이용자에 대한 및 다른 관련 정보에 대한 중요한 피드백을 생성하기 위해 처리될 수 있다.

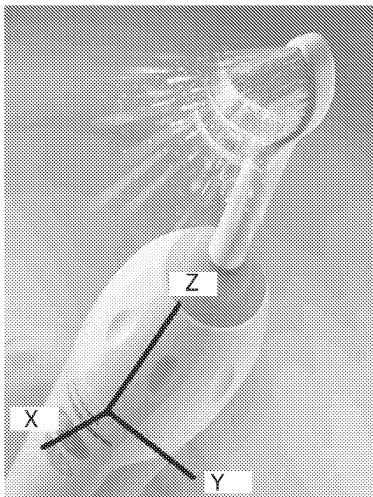
[0069] 본 발명의 일 바람직한 실시예가 예시를 목적으로 개시되었지만, 다양한 변경들, 수정들 및 대체들이 다음의 특허청구범위에 의해 규정되는 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않고 실시예에 포함될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

부호의 설명

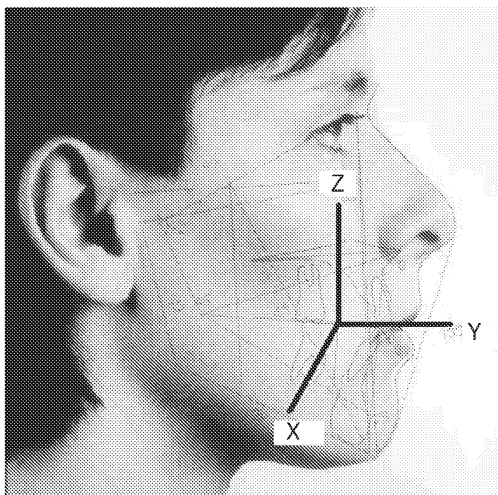
- | | | |
|--------|-------------|-----------------|
| [0070] | 20: 칫솔 방향 | 22: 타겟 방향 범위들 |
| | 24: 비교(처리기) | 26: 가장 가능성 있는 존 |
| | 28: 이용자 정보 | |

도면

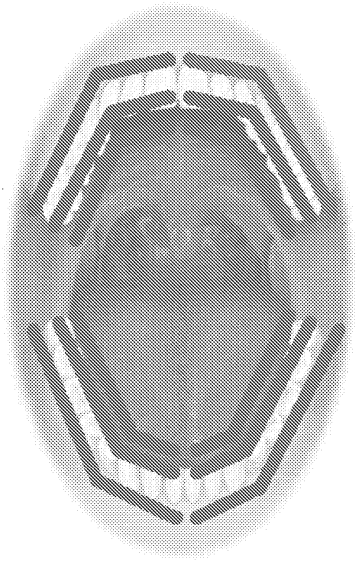
도면1



도면2



도면3



도면4

