



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월29일
(11) 등록번호 10-1813660
(24) 등록일자 2017년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A63B 24/00 (2006.01) F41B 5/14 (2006.01)
G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
A63B 24/0003 (2013.01)
F41B 5/1403 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0103221
(22) 출원일자 2016년08월12일
심사청구일자 2016년08월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160056851 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
권성호
서울특별시 동대문구 한천로 246, 207동 108호 (휘경동, 주공아파트)
이상민
인천광역시 남동구 구월로 192, 1405동 1602호 (구월동, 구월힐스테이트롯데캐슬골드1단지)
(74) 대리인
특허법인 웰

전체 청구항 수 : 총 19 항

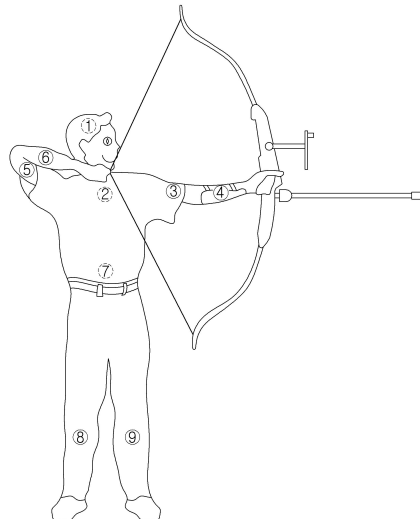
심사관 : 정우열

(54) 발명의 명칭 양궁 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

양궁 선수의 몸에 부착한 소형 관성센서를 이용하여 양궁 슈팅 동작의 일관성을 정량적으로 계량할 수 있는 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 운동선수의 신체에 장착된 다수의 관성 센서, 상기 운동선수 에 대한 개인정보와 설정 정보를 저장하는 데이터베이스, 상기 데이터베이스에 저장된 정보를 참조하여 상기 다수의 관성 센서에 의해 측정된 데이터에 따라, 운동선수 동작의 일관성을 정량화하는 서버를 포함하는 구성을 마련하여, 훈련에 따른 개선 상황을 점검하고, 초보 선수의 숨겨진 재능을 미리 발견할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06Q 50/10 (2013.01)
A63B 2220/836 (2013.01)
A63B 2244/04 (2013.01)
Y10S 482/901 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101358859 B1*
JP2011183054 A
KR101553236 B1
KR1020160015674 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345235362
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 그린 생체모방형 임플란터블 전차집 및 U-생체정보처리 플랫폼 융합기술개발
기 여 율 1/2
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITP-2016-H8601-16-1003
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신 기술진흥센터
연구사업명 대학ICT연구센터 육성지원사업
연구과제명 생체신호를 이용한 IT기반 재활의료기기 기술
기 여 율 1/2
주관기관 한국산업기술대학교 산학협력단
연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

운동선수의 신체에 장착된 다수의 관성 센서;

상기 운동선수에 대한 개인정보와 설정 정보를 저장하는 데이터베이스;

상기 데이터베이스에 저장된 정보를 참조하여 상기 다수의 관성 센서에 의해 측정된 데이터에 따라, 운동선수 동작의 일관성을 정량화하는 서버; 를 포함하며,

상기 운동선수는 양궁 선수이고,

상기 서버는 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간에서 동작의 일관성을 정량화하는 것이며,

상기 데이터베이스에는 개인 정보로서 선수별 득점, 나이, 키, 몸무게에 대한 정보 및 상기 세트(set) 구간 내지 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간 중에서 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보를 설정 정보로 저장되는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에서,

상기 다수의 관성 센서는 신체 각 부위의 정확한 움직임을 실시간으로 측정하고, 측정된 정보를 상기 서버로 전송하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 4

제3항에서,

상기 다수의 관성 센서는 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부 중 적어도 어느 하나에 장착되는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에서,

상기 서버는 상기 구간에서 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하여 동작의 일관성을 정량화하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에서,

상기 데이터베이스에는 설정 정보로서 상기 POI 정보에서 POI로 설정된 레퍼런스 시퀀스, 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 로(raw) 데이터가 더 저장되는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 9

제8항에서,

상기 서버는 상기 다수의 관성 센서에서 연속적으로 측정된 정보를 수신하는 데이터 획득부,

상기 데이터 획득부에서 수신된 로(raw) 데이터인 질의 시퀀스에서 상기 데이터베이스에 저장될 레퍼런스 시퀀스를 선택하는 데이터 전 처리부,

상기 데이터 전 처리부에서 선택된 상기 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 상기 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 관심 구간 추출부,

상기 관심 구간 추출부에 의해 추출된 다수의 서브 시퀀스에 자세 일관성을 분석하는 동작 분석부를 포함하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 10

제9항에서,

상기 동작 분석부는 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 11

제9항에서,

상기 동작분석부는 양궁 선수가 다수의 화살을 연속적으로 발사하는 시간에 대응하는 시간 동안 신체 각 부위의 움직임을 기록하여 분석하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 12

제11항에서,

상기 다수의 화살은 6발의 화살이며, 상기 시간은 110~140초인 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 13

제9항에서,

상기 동작 분석부는 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 데이터 간의 상관 분석 및 다중회귀 분석으로 자세 중요도를 분석하고, 지속시간과 크기에 따라 시간 도메인을 분석하며, 주파수 스펙트럼으로 주파수 도메인을 분석하는 것을 특징으로 하는 동작의 일관성 측정 시스템.

청구항 14

양궁 선수의 동작에서 일관성을 측정하기 위한 방법으로서,

(a) 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부 중의 적어도 어느 하나에 관성 센서를 장착하는 단계,

(b) 상기 양궁 선수에 대한 개인정보와 세트(set) 구간 내지 릴리즈(release) 구간 중에서 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보, 상기 POI 정보에서 POI로 설정된 레퍼런스 시퀀스인 설정 정보를 저장하여 데이터베이스를 구축하는 단계,

(c) 상기 관성 센서에 의해 측정된 데이터에 따라 양궁 선수의 움직임 데이터를 획득하는 단계,

(d) 상기 단계 (c)에서 획득된 수신된 로(raw) 데이터인 질의 시퀀스에서 상기 데이터베이스에 저장될 레퍼런스 시퀀스를 선택하는 데이터 전처리를 실행하는 단계,

(e) 상기 단계 (d)에서 선택된 상기 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 상기 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 단계,

(f) 상기 단계 (e)에서 추출된 다수의 서브 시퀀스에서 양궁 선수의 동작을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 15

제14항에서,

상기 단계 (c)에서 획득된 데이터는 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간에서 동작의 움직임 데이터인 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 16

제15항에서,

상기 단계 (f)에서는 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하여 동작의 일관성을 정량화하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 17

제15항에서,

상기 단계 (e)는 데이터 전 처리부에서 선택된 처리된 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 다수의 화살에 대한 질의 시퀀스에서 거리가 작은 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 18

제15항에서,

상기 단계 (f)에서는 양궁 선수가 다수의 화살을 연속적으로 발사하는 시간에 대응하는 시간 동안 신체 각 부위의 움직임에 대해 상기 단계 (e)에서 추출된 서브 시퀀스를 이용하여 자세 일관성을 분석하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 19

제18항에서,

상기 단계 (f)에서는 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 계산하여 자동으로 자세 일관성을 분석하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 20

제18항에서,

상기 다수의 화살은 6발의 화살이며, 상기 시간은 110~140초인 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 21

제15항에서,

상기 단계 (e)는

(e1) 선택된 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스를 이용하여 두 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스를 계산하는 단계,

(e2) 상기 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 거리 함수(distance function)를 도출하는 단계,

(e3) 상기 거리 함수에서 지역 최소값을 탐색하는 단계,

(e4) 와핑 경로 알고리즘을 이용하여 질의 시퀀스에서 레퍼런스 시퀀스와 유사한 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

청구항 22

제15항에서,

상기 단계 (f)는

(f1) 상기 레퍼런스 시퀀스와 탐색된 서브 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스 계산 및 최적 와핑 경로를 탐색하는 단계,

(f2) 상기 누적 비용 매트릭스 및 최적 와핑 경로를 이용하여 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 양궁 동작의 일관성 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 양궁 선수의 몸에 부착한 소형 관성센서를 이용하여 양궁 슈팅 동작의 일관성을 정량적으로 계량할 수 있는 양궁 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 양궁은 사선(射線)에 선 자세인 스탠스(stance)를 시작으로 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up), 활시위를 당기는 드로잉(drawing), 목표를 겨냥하는 조준(aiming), 쏘기 직전의 홀딩(holding), 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release), 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 동안 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 등의 일련의 동작으로 연결된 경기이다.

[0004] 양궁 경기에서는 목표설정, 자신감, 주의집중, 심상, 동기, 긍정적 사고, 사고 정지, 이완 등 대부분의 심리 기술이 필요하지만, 연습 상황 혹은 시합 상황에 따라서 그 적용 과정과 방법이 다양해질 수 있다. 경기력을 강화시키기 위해서는 시합에 대한 심리적 준비 전략과 심리 기술훈련을 하게 되는데 최상 수행을 위한 심리적 조절 및 통제 기법으로 점진적 이완, 호흡 조절법, 자생 훈련(auto-genic training), 체계적 둔감화, 초월적 명상(transcendent meditation), 인지 재구성, 바이오피드백 등의 불안 및 각성 조절과 이완훈련 방법들이 사용되고 있다.

[0005] 그러나 이러한 방법들은 선수들의 양궁 경기력과 관련된 직접적인 심리적 요인과의 관계를 명확하게 보여주고 있지 못하고 있으며, 선수 개인의 특성을 고려하지 않고 일회성, 문제 중심적 접근, 훈련프로그램의 체계성 부족 등의 한계에 부딪히고 있다.

[0006] 또 양궁의 경기력은 신체의 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하며 양궁 동작 분석을 위해, 기존에는 주로 영상 분석, 근전도 분석, 지면 반력(무게중심) 분석 등이 수행되어 왔다.

[0008] 이러한 기술의 일 예가 하기 특허 문헌 및 비특허문헌 등에 개시되어 있다.

[0009] 예를 들어, 하기 특허문헌 1에는 선수의 무게중심을 측정하여, 측정된 무게중심을 전송하는 무게중심 계측기, 선수의 심박수를 측정하며, 측정된 심박수를 전송하는 심박 측정기 및 선수가 가장 좋은 성적을 낼 수 있는 심리 상태를 심박수를 통해 정량화시킨 적정 각성 수준을 도출하고, 상기 적정 각성 수준과의 심박수 차이에 따라 분류되는 각성 수준을 도출하고, 상기 심박 측정기로부터 선수가 슈팅할 때의 심박수를 수신하여, 수신된 심박수가 속하는 각성 수준을 결정하며, 결정된 각성 수준과 미리 도출된 훈련 유형에 따라 상기 선수가 슈팅 시 상기 적정 각성 수준을 유지할 수 있도록 하는 심리 훈련 방법을 도출하고, 상기 무게중심 계측기로부터 선수가 슈팅할 때의 무게중심을 수신하여, 무게중심의 변화에 따라 선수가 슈팅 시 무게중심의 변동을 줄이도록 하는 무게중심 훈련 방법을 도출하는 분석 장치를 포함하는 양궁 훈련 방법을 도출하기 위한 시스템에 대해 개시되어 있다.

[0010] 또 하기 특허문헌 2에는 선수가 가장 좋은 성적을 낼 수 있는 심리 상태를 심박수를 통해 정량화시킨 적정 각성

수준과 상기 적정 각성 수준과의 심박수 차이에 따라 분류되는 각성 수준을 도출하는 단계, 선수의 신체의 일부에 부착되어 심박수를 측정하는 심박 측정기로부터 선수가 슈팅할 때의 심박수를 수신하는 단계, 상기 수신된 심박수가 속하는 각성 수준을 결정하는 단계 및 상기 결정된 각성 수준과 미리 도출된 훈련 유형에 따라 상기 선수가 슈팅 시 상기 적정 각성 수준을 유지할 수 있도록 하는 훈련 방법을 도출하는 단계를 포함하는 양궁 훈련 방법을 도출하기 위한 방법에 대해 개시되어 있다.

[0011] 또 하기 비특허문헌 1에는 EMG(electromyography, 근전도)를 이용하여 릴리즈 순간 미는 팔 전완(bow forearm)의 얇은 손가락 굽힘근(MFDS: M. flexor digitorum superficialis)과 손가락 펴기근(MED: M. extensor digitorum)의 활성화 패턴에서, 엘리트 선수와 초보 선수의 간의 차이가 있음에 대해 개시되어 있고, 하기 비특허문헌 2에는 카메라 기반 동작분석 시스템을 이용하여 릴리즈 순간 당기는 팔(drawing arm)의 손가락 움직임이 득점에 영향을 미치는지 여부에 대해 개시되어 있으며, 자세 일관성(postural consistency)과 관련하여 하기 비특허문헌 3에는 활(활을 잡은 손 위쪽 위치), 이마, 당기는 팔의 팔꿈치의 세 곳에 마크를 부착하여 릴리즈 순간에서 각 마크의 위치 변동을 계산하여 양궁 동작의 자세 일관성을 분석하는 기술에 대해 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1479490호(2015.02.06 등록)
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1415622호(2014.06.30 등록)

비특허문헌

[0014] (비특허문헌 0001) H. Ertan의 "muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery"
(비특허문헌 0002) B. Horsak and M. Heller의 "A three-dimensionanl analysis of finger and bow string movements during the release in arhcehry"
(비특허문헌 0003) J.stuart and J. Atha의 "Postrural consistency in skilled archers"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 그러나 상술한 바와 같은 특허문헌에 개시된 기술에서는 선수가 슈팅 시 무게중심의 변동을 줄이도록 하는 무게 중심 훈련 방법 도출하기 방법에 대해서만 개시되어 있다.

[0016] 또 상기 비특허문헌 1 및 비특허문헌 2의 연구 모두는 릴리즈 순간에서, 미는 팔의 전완 근육의 활성화 패턴과 당기는 팔의 손가락 움직임을 분석하였다. 또 비특허문헌 3에서는 릴리즈 순간에 위치 변동에 따른 자세 일관성을 정의하고 분석하였다.

[0017] 즉, 상술한 바와 같은 종래의 기술에서는 양궁 동작의 한 주기를 구성하는 세트, 세트업, 드로잉, 조준, 홀딩, 릴리즈, 폴로스로우 등의 넓은 구간에서 신체 각 부위에서의 움직임을 측정하여 '동작 일관성'을 비교하기보다는 릴리즈 순간에서 특정 신체 부위(또는 근육)의 움직임(또는 활성화 패턴, 변동 등)을 측정하여 득점과의 상관관계를 도출하려고 시도하였다.

[0019] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 양궁 슈팅 동작의 일관성을 정량화할 수 있는 수단을 마련하여 양궁 동작을 객관적으로 평가하고, 훈련에 따른 개선 상황을 점검하고 또한 초보 선수의 숨겨진 재능을 미리 발견할 수 있는 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

[0020] 본 발명의 다른 목적은 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 기반 데이터 처리 기법을 적용하여 양궁 동작의 일관성 분석뿐만 아니라 양궁 동작 분석 도구를 구축할 수 있는 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템은 운동선수의 신체에 장착된 다수의 관성 센서, 상기 운동선수에 대한 개인정보와 설정 정보를 저장하는 데이터베이스, 상기 데이터베이스에 저장된 정보를 참조하여 상기 다수의 관성 센서에 의해 측정된 데이터에 따라, 운동선수 동작의 일관성을 정량화하는 서버를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 운동선수는 양궁 선수인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 다수의 관성 센서는 신체 각 부위의 정확한 움직임을 실시간으로 측정하고, 측정된 정보를 상기 서버로 전송하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 다수의 관성 센서는 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부 중 적어도 어느 하나에 장착되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 서버는 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간에서 동작의 일관성을 정량화하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 서버는 상기 구간에서 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하여 동작의 일관성을 정량화하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 데이터베이스에는 개인 정보로서 선수별 득점, 나이, 키, 몸무게에 대한 정보 및 상기 세트(set) 구간 내지 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간 중에서 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보를 설정 정보로 저장되는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 데이터베이스에는 설정 정보로서 상기 POI 정보에서 POI로 설정된 레퍼런스 시퀀스, 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 로(raw) 데이터가 더 저장되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 서버는 상기 다수의 관성 센서에서 연속적으로 측정된 정보를 수신하는 데이터 획득부, 상기 데이터 획득부에서 수신된 로(raw) 데이터인 질의 시퀀스에서 상기 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 시퀀스를 선택하는 데이터 전 처리부, 상기 데이터 전 처리부에서 선택된 상기 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 상기 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 관심 구간 추출부, 상기 관심 구간 추출부에 의해 추출된 다수의 서브 시퀀스에 자세 일관성을 분석하는 동작 분석부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 동작 분석부는 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 동작분석부는 양궁 선수가 다수의 화살을 연속적으로 발사하는 시간에 대응하는 시간 동안 신체 각 부위의 움직임을 기록하여 분석하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 다수의 화살은 6발의 화살이며, 상기 시간은 110~140 초인 것을 특징으로 한다.
- [0034] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템에서, 상기 동작 분석부는 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 데이터 간의 상관 분석 및 다중회귀 분석으로 자세 중요도를 분석하고, 지속시간과 크기에 따라 시간 도메인을 분석하며, 주파수 스펙트럼으로 주파수 도메인을 분석하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법은 양궁 선수의 동작에서 일관성을 측정하기 위한 방법으로서, (a) 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부 중의 적어도 어느 하나에 관성 센서를 장착하는 단계, (b) 상기 양궁 선수에 대한 개인정보와 세트(set) 구간 내지 릴리즈(release) 구간 중에서 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보, 상기 POI 정보에서 POI로 설정된 레퍼

런스 시퀀스인 설정 정보를 저장하여 데이터베이스를 구축하는 단계, (c) 상기 관성 센서에 의해 측정된 데이터에 따라 양궁 선수의 움직임 데이터를 획득하는 단계, (d) 상기 단계 (c)에서 획득된 수신된 로(raw) 데이터인 질의 시퀀스에서 상기 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 시퀀스를 선택하는 데이터 전처리를 실행하는 단계, (e) 상기 단계 (d)에서 선택된 상기 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 상기 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 단계, (f) 상기 단계 (e)에서 추출된 다수의 서브 시퀀스에서 양궁 선수의 동작을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (c)에서 획득된 데이터는 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 구간 중 적어도 어느 하나의 구간 또는 연속 구간에서 동작의 움직임 데이터인 것을 특징으로 한다.

[0037] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (f)에서는 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하여 동작의 일관성을 정량화하는 것을 특징으로 한다.

[0038] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (e)는 데이터 전 처리부에서 선택된 처리된 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 다수의 화살에 대한 질의 시퀀스에서 거리가 작은 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (f)에서는 양궁 선수가 다수의 화살을 연속적으로 발사하는 시간에 대응하는 시간 동안 신체 각 부위의 움직임에 대해 상기 단계 (e)에서 추출된 서브 시퀀스를 이용하여 자세 일관성을 분석하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (f)에서는 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 계산하여 자동으로 자세 일관성을 분석하는 것을 특징으로 한다.

[0041] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 다수의 화살은 6발의 화살이며, 상기 시간은 110~140초인 것을 특징으로 한다.

[0042] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (e)는 (e1) 선택된 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스를 이용하여 두 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스를 계산하는 단계, (e2) 상기 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 거리 함수(distance function)를 도출하는 단계, (e3) 상기 거리 함수에서 지역 최소값을 탐색하는 단계, (e4) 와핑 경로 알고리즘을 이용하여 질의 시퀀스에서 레퍼런스 시퀀스와 유사한 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0043] 또 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 방법에서, 상기 단계 (f)는 (f1) 상기 레퍼런스 시퀀스와 탐색된 서브 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스 계산 및 최적 와핑 경로를 탐색하는 단계, (f2) 상기 누적 비용 매트릭스 및 최적 와핑 경로를 이용하여 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0045] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 의하면, DTW 알고리즘을 이용하여, 첫째, 양궁 슈팅 동작의 일관성을 정량화하고, 둘째, 일련의 연속된 양궁 동작의 움직임 데이터에서 관심 구간에 해당하는 데이터를 자동적으로 추출하는 기능을 제공할 수 있다는 효과가 얻어진다.

[0046] 또, 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 의하면, 상기 효과에 의한 양궁 슈팅 동작의 일관성을 정량화할 수 있는 수단을 제공함으로써, 양궁 선수의 양궁 슈팅 동작을 객관적으로 평가하고, 훈련에 따른 개선 상황을 점검하고, 초보 선수의 숨겨진 재능을 미리 발견할 수도 있는 효과가 얻어진다.

[0047] 또, 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법에 의하면, 양궁 동작의 일관성 분석뿐만 아니라, 다양한 양궁 동작 분석을 위한 관심구간 추출을 자동화시킬 수 있어서 양궁 동작 분석 시스템 구축, 훈련 시스템 구축에 적용할 수 있다는 효과도 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템의 블록도,

도 2는 도 1에 도시된 다수의 관성 센서를 양궁 선수에게 장착한 상태를 나타내는 도면,
 도 3은 도 1에 도시된 서버의 구성을 나타내는 블록도,
 도 4는 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정을 설명하기 위한 흐름도,
 도 5는 관성센서를 이용하여 측정한 양궁 슈팅 동작의 움직임(가속도) 데이터 예시를 나타내는 그래프,
 도 6은 DTW 알고리즘의 입력 시퀀스 예시를 나타내는 그래프,
 도 7은 DTW 알고리즘의 입력 시퀀스 예시로서 도 6에 나타난 레퍼런스(referecen) 시퀀스를 확대한 그래프,
 도 8은 도 4에 도시된 POI 자동 추출 및 DTW 거리 계산의 알고리즘을 설명하기 위한 흐름도,
 도 9는 레퍼런스 시퀀스와 질의(query) 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스(accumulated cost matrix) 예시를 나타내는 도면,
 도 10은 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 거리 함수(distance function) 예시를 나타내는 그래프,
 도 11은 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 최종 누적 비용 매트릭스 예시를 나타내는 도면,
 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 레퍼런스 시퀀스에 매칭된 시퀀스 예시를 나타내는 그래프,
 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 DTW 거리와 양궁 성적의 분포, 히스토그램 예시를 나타내는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 본 발명의 상기 및 그 밖의 목적과 새로운 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면에 의해 더욱 명확하게 될 것이다.
- [0051] 본 발명에 적용되는 용어 '양궁 동작'은 양궁 경기에서 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set)부터 슈팅 후 활시위를 놓은 릴리즈(release)까지의 동작을 의미한다.
- [0052] 최근, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술과 무선통신 기술의 발달로 인하여, 초소형 저가의 관성 센서 제작이 가능해져, 신체 각 부위의 정확한 움직임의 실시간 측정이 가능해졌다. 즉, 본 발명에서 적용하는 관성 센서는 양궁 선수의 양궁 동작에서 운동의 관성력을 검출하여 가속도, 속도, 방향, 거리 등 다양한 항법 관련 정보를 감지하고 이 감지 정보를 유무선으로 전송하는 센서를 사용한다.
- [0053] 본 발명에서는 이 관성 센서를 사용하여 양궁 선수가 6발의 화살을 연속적으로 발사하는 양궁 동작시간에 대응하는 110~140초 동안 신체 각 부위의 움직임을 기록하여 분석에 사용한다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니고 경기 규칙에 따라 8발, 12발의 화살 및 이에 따른 시간에 대응할 수도 있다.
- [0054] 양궁은 아주 짧은 시간 내에(15초 이내) 세트부터 릴리즈까지의 동작을 수행하는 경기로, 양궁 선수는 게임이 끝날 때까지 수십 번(또는 그 이상) 같은 동작을 반복해야 하며, 양궁 슈팅 동작의 일관성이 승패를 좌우한다.
- [0055] 즉, 본 발명에서는 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 순간부터(set up, 실제로는 본격적으로 올라가는 순간부터) 당기는(drwaing) 구간, 조준하는(aiming) 구간, 홀딩하는(holding) 구간, 활시위를 놓은(release) 순간, 자세를 유지하는 폴로스루(follow through) 구간(실제로는 release 순간에서부터 수십 ms 구간만 추가하여 고려)을 포함하는 한 주기의 양궁 슈팅 구간에서, 양궁 선수별 반복적으로 수행되는 동작의 움직임(예컨대, 가속도)을 관성센서로 측정하고, 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 알고리즘을 이용하여 상기 반복적으로 수행되는 동작의 움직임 데이터 간 DTW 거리(distance)를 자동으로 계산하여, 해당 선수의 동작 일관성으로 정량화한다.
- [0056] 상기 DTW 알고리즘은 음성 인식 분야에서 처음 사용되다가 현재는 빅데이터 분석 등 다양한 분야에 널리 활용되고 있으며, 길이가 서로 다른 두 시퀀스 간 유사도를 측정하기 위한 방법으로서, 가속도 센서 데이터를 이용한 제스처 인식 등에서도 사용된다.
- [0057] 본 발명의 일 실시 예에서 득점이 높은 선수일수록 DTW 거리가 더 작게 즉, 반복되는 동작의 움직임이 유사도가 더 높음을 보였다.
- [0058] 또 본 발명은 한 선수의 서로 다른 양궁 슈팅 구간에서 측정된 양궁 동작의 서로 다른 두 개의 움직임 데이터 간의 DTW 거리를 계산하고, 이를 해당 선수의 양궁 동작 일관성을 평가하는 척도로 사용한다.

- [0059] 또한, 측정된 일련의 연속된 양궁 슈팅 움직임 데이터에서 관심구간(세트부터 릴리즈까지의 구간 중의 임의 설정 구간)을 자동으로 추출하고, 이들 간의 DTW 거리를 계산하는 과정을 자동화시키기 위하여, 각 선수 별 움직임 데이터에서 레퍼런스 시퀀스(관심구간)를 선택하여 저장하고, 질의(query) 시퀀스로 부르는 관성센서의 의해 측정된 일련의 연속된 양궁 슈팅 움직임 데이터에서 관심구간을 자동으로 추출하고 각 구간과의 DTW 거리를 각각 계산한다.
- [0060] 이러한 DTW 기반 양궁 슈팅 동작의 분석 방법은 다양한 관심구간을 설정하여 추출 가능하고, 해당 관심구간의 지속시간, 주파수 특성 등 양궁 선수의 슈팅 동작을 다양한 측면에서 보다 쉽게 분석할 수 있는 편리한 기능을 제공한다.
- [0061] 상기와 같은 DTW 기반 데이터 처리 기법은 양궁 동작의 일관성 분석뿐만 아니라 양궁 동작 분석 도구를 구축하는데도 활용될 수 있다.
- [0063] 이하, 본 발명의 구성을 도면에 따라서 설명한다.
- [0064] 도 1은 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템의 블록도 이고, 도 2는 도 1에 도시된 다수의 관성 센서를 양궁 선수에게 장착한 상태를 나타내는 도면이며, 도 3은 도 1에 도시된 서버의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0065] 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 시스템은 양궁 선수의 양궁 동작에서 일관성을 측정하기 위한 시스템으로서, 양궁 선수의 신체에 장착되며, 신체 각 부위의 정확한 움직임의 실시간 측정이 가능한 다수의 관성 센서(100), 상기 양궁 선수에 대한 개인정보와 설정 정보를 저장하는 데이터베이스(200), 상기 데이터베이스(200)에 저장된 정보를 참조하여 상기 다수의 관성 센서(200)에 의해 측정된 데이터에 따라 양궁 선수가 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스루(follow through) 구간에서 동작의 움직임 데이터 간 동적 타이밍 와핑(DTW: Dynamic Time Warping) 거리를 자동으로 계산하여 동작의 일관성으로 정량화하는 서버(300) 및 상기 서버(300)에 의해 처리된 데이터를 표시하는 표시장치(400)를 포함한다. 도 1에서는 표시장치(400)와 서버(300)가 분리된 상태를 나타내었지만, 이에 한정되는 것은 아니고 표시장치(400)가 서버(300) 내에 포함되는 구성으로 마련될 수 있다.
- [0066] 상기 다수의 관성 센서(100)는 도 2에 도시된 바와 같이, 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부에 각각 장착되는 9개의 관성 센서로 이루어진다. 즉 본 발명에 적용되는 다수의 관성 센서(100)는 도 2에 도시된 상태에서 양궁 선수의 후두부에 장착된 관성 센서①, 경추에 장착된 관성 센서②, 좌 상완에 장착된 관성 센서③, 좌 하완에 장착된 관성 센서④, 우 상완에 장착된 관성 센서⑤, 우 하완에 장착된 관성 센서⑥, 요추에 장착된 관성 센서⑦, 좌우 하퇴부에 각각 장착되는 관성 센서⑧, ⑨를 포함한다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니고, 보다 정밀한 데이터를 획득하기 위해, 또는 단순 데이터를 획득하기 위해 상기 양궁 선수에 장착되는 센서의 수는 가감 가능하다.
- [0067] 각각의 관성 센서는 양궁 선수의 운동 관성력을 XYZ 축으로 검출하여 가속도, 속도, 방향, 거리에 대한 정보를 감지하고 이 감지 정보를 유무선으로 서버(300)로 전송한다. 본 발명에서는 양궁 선수의 운동에 영향을 끼치지 않도록 블루투스(Bluetooth) 등과 같은 무선 통신으로 서버(300)에 전송하는 것이 바람직하다.
- [0068] 상기 데이터베이스(200)는 ROM, RAM과 같은 메모리 소자를 구비하며 데이터를 저장하기 위한 장치로서, 주 기억 장치 및 보조 기억 장치를 포함할 수 있다. 이 데이터베이스(200)에는 운영 체제(OS, Operation System), 애플리케이션 등을 저장할 수 있으며, 개인 정보로서 선수별 득점, 나이, 키, 몸무게에 대한 정보 및 설정 정보로서 상기 세트(set) 구간에서 릴리즈(release) 구간 중의 임의의 구간을 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보, 상기 POI 정보에 따라 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 로(raw) 데이터에서 POI로 설정된 레퍼런스 시퀀스, 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 로(raw) 데이터가 저장되며, 이러한 정보는 사용자의 조작에 따라, 삭제, 변경, 추가될 수 있다. 즉 상기 레퍼런스 시퀀스는 대상별 최초에 한 번만 지정되며, 항상 수행되는 단계는 아니지만 필요에 따라 레퍼런스 시퀀스와 POI는 변경 가능하다. 또 상기 POI 정보로는 예를 들어 세트업의 시작에서 릴리즈 완료까지의 시간 축을 POI 구간으로 설정할 수 있지만, 이에 대한 정확한 시간 측정이 곤란한 경우, 임의의 구간으로 설정하여 저장할 수 있다.
- [0069] 또 도 1에서는 데이터베이스(200)가 서버와 분리된 구성으로 나타내었지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 서버(300) 내에 마련된 메모리에 포함되는 구성으로 할 수도 있다.

- [0070] 상기 서버(300)는 마이크로프로세서를 구비한 중앙처리장치(CPU, Central Processing Unit)로 이루어지며 도 3에 도시된 바와 같이, 다수의 관성 센서(100)에서 각각 측정된 정보를 수신하는 데이터 획득부(310), 상기 데이터 획득부(310)에서 수신된 로 데이터인 질의 시퀀스에서 상기 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 시퀀스를 선택하는 데이터 전 처리부(320), 상기 데이터 전 처리부(320)에서 선택된 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 상기 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 관심 구간 추출부(330), 상기 관심 구간 추출부(330)에 의해 추출된 서브 시퀀스에 대해 DTW 거리를 계산하여 자세 일관성을 분석하는 동작 분석부(340)를 포함하며, 상기 동작 분석부(340)에 의해 분석된 데이터는 표시 장치(400)에 표시된다.
- [0071] 즉, 본 발명에서는 데이터 전 처리부(320)가 연속적으로 반복 실행되는 양궁 동작(질의 시퀀스) 중에 최초의 양궁 동작에서 데이터베이스(200)에 저장된 POI 정보에 따라 POI 구간을 선택하여 레퍼런스 시퀀스로 설정하고, 관심 구간 추출부(330)가 이 레퍼런스 시퀀스를 기준으로 하여 상기 질의 시퀀스에서 레퍼런스 시퀀스와 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하는 것이다.
- [0072] 구체적으로 상기 데이터 획득부(310)는 수신기를 구비하며, 수신된 정보는 로(raw) 데이터로서 데이터베이스(200)에 저장된다.
- [0073] 상기 데이터 전 처리부(320)는 예를 들어, 좌 하위에 장착된 관성 센서④에서 측정된 X축 데이터 및 RMS(XYZ) 값에서 데이터베이스(200)에 저장된 POI 정보에 따라 시퀀스를 선택 또는 추출하고, 선택된 시퀀스는 레퍼런스 시퀀스로서 데이터베이스(200)에 저장할 수 있다. 또 상기 설명에서는 양궁 선수의 양궁 동작 중에서 레퍼런스 시퀀스를 추출하는 과정으로 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니고 동일 선수의 이전 양궁 동작에서 레퍼런스 시퀀스를 설정하고 이를 데이터베이스(200)에 저장하여 활용할 수도 있다.
- [0074] 상기 관심 구간 추출부(330)는 예를 들어, 처리된 6발 화살에 대한 질의 시퀀스에 대해 데이터 전 처리부(320)에서 선택되어 데이터베이스(200)에 저장된 레퍼런스 시퀀스(POI)에서 거리가 작은 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출하며, 이 추출된 서브 시퀀스가 POI에 대응하는 것이다.
- [0075] 상기 동작 분석부(340)는 상기 자세 일관성 이외에 다수의 관성 센서(200)에서 측정된 데이터 간의 상관 분석 및 다중회귀 분석으로 해당 양궁 선수의 자세 중요도를 분석하고, 지속시간과 크기에 따라 해당 양궁 선수의 시간 도메인을 분석하며, 주파수 스펙트럼으로 해당 양궁 선수의 주파수 도메인을 분석하며, 이와 같은 분석에 의해 양궁 동작의 일관성 분석뿐만 아니라 양궁 동작 분석 도구를 구축할 수 있다.
- [0076] 상기 데이터 전 처리부(320), 관심 구간 추출부(330), 동작 분석부(340)는 도 3에 도시된 구조에서는 각각이 분리된 구조로 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니고 하나의 마이크로프로세서 내에서 프로그램에 의해 실행 가능하게 마련될 수 있다.
- [0077] 또 서버(300)는 도 3에 도시된 바와 같은 구성을 구비하여 DTW 알고리즘을 실행할 수 있는 애플리케이션의 실행 가능하고, 휴대전화에 인터넷 통신과 정보검색 기능을 구비한 지능형 단말기로서의 스마트폰, 스마트 패드, 스마트 TV 또는 노트북 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터 중의 어느 하나가 적용할 수 있다.
- [0079] 다음에 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정 방법에 대해 도 4 내지 도 13에 따라 설명한다.
- [0080] 도 4는 본 발명에 따른 양궁 동작의 일관성 측정을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 5는 관성센서를 이용하여 측정한 양궁 슈팅 동작의 움직임(가속도) 데이터 예시를 나타내는 그래프이다.
- [0081] 먼저, 도 2에 도시된 바와 같이 양궁 선수의 후두부, 경추, 요추, 좌우 상완, 좌우 하완, 좌우 하퇴부에 각각 관성 센서(100)를 장착한다(S100).
- [0082] 또 이와는 별도로 개인 정보로서 선수별 득점, 나이, 키, 몸무게에 대한 정보 및 설정 정보로서 세트(set) 구간에서 릴리즈(release) 구간 중에서 임의 구간을 관심구간(POI)으로 지정하기 위한 POI 정보, 상기 POI 정보에 따라 데이터 전 처리부(320)에 의해 선택된 레퍼런스 시퀀스에 대해 데이터베이스(200)를 구축할 수 있다(S110).
- [0083] 상기 단계 S100에서 다수의 관성 센서(100)가 장착된 상태에서 양궁 선수가 슈팅을 하는 경우, 즉 양궁 선수가 활을 장전하고 활과 활시위를 잡아 슈팅을 준비하는 세트(set), 활을 들어올리는 세트업(set up) 구간, 활시위를 당기는 드로잉(drawing) 구간, 목표를 겨냥하는 조준(aiming) 구간, 쏘기 직전의 홀딩(holding) 구간, 활시위를 놓는 순간인 릴리즈(release) 구간, 활시위를 놓은 후에도 일정 시간 안정된 자세를 유지하는 폴로스로우(follow through) 구간에서 양궁 선수의 양궁 슈팅 동작에 따라 다수의 관성 센서(100)가 움직임을 검출하고,

검출된 신호를 서버(300)의 데이터 획득부(310)로 전송하는 것에 의해 양궁 선수의 움직임 데이터를 획득한다(S130). 상기 단계 S130에서 획득된 데이터는 로 데이터로 데이터베이스(200)에도 저장된다.

[0084] 도 5에서는 양궁 슈팅 동작을 구성하는 각 구간이 중학교 여자 양궁 선수들을 대상으로 획득한 실험 데이터를 나타내며, 동기화된 비디오 영상의 판독을 통해 각 구간을 표기하였으며 선수들은 한 라운드에 화살을 6발 발사하고 잠깐 휴식을 취한 후, 다음 라운드를 이어가면서 6라운드에 모두 36발을 발사하였다.

[0085] 도 5에 나타난 구간은 연속된 한 라운드의 21.95초부터 42.95초까지 구간에 해당되며, 이는 미는 팔(bow arm) 전완에 부착한 3축-가속도 센서④의 X-축(당기는 방향) 데이터로 샘플링 속도는 100Hz이다. 양궁 슈팅 동작은 '세트업(set up)' 구간을 시작으로 '활 들어올리기'를 수행하며, '드로잉(drwaing)' 구간은 '활시위 당기기'이며, 활시위를 당겨 턱 또는 볼에 고정하는 '앵커(anchor)' 순간에 이어, '조준(aming)' 및 마지막 정진집중을 위한 '홀딩(holding)' 구간, 그리고 활시위를 놓은 '릴리즈(release)' 순간, 활시위를 놓은 후에도 일정시간 동안 안정된 자세를 유지하는 '폴로스루(follow through)' 구간을 포함한다.

[0086] 도 5에 나타난 데이터에는 '폴로스루(follow through)'에 이어, 활을 내리는 동작(bow down), 발등에 활을 얹기(put on the foot), 그리고 다음 발을 쏘기 위한 활의 장전(nocking), 활과 화살을 잡는 동작(hooking & grip) 등의 '종료/셋(finish/set)'의 구간도 나타내었다.

[0087] 상기 단계 S130에서 획득된 데이터에 대해 데이터 전 처리부(140)에서는 상기 데이터베이스(200)에 저장된 POI 정보에 따라 시퀀스를 선택 또는 추출하는 데이터 전처리를 실행한다(S140).

[0088] 즉 상기 단계 S140에서는 예를 들어, 좌 하원에 장착된 관성 센서④에서 측정된 X축 데이터 및 RMS(XYZ) 값에서 데이터베이스(200)에 저장된 POI 정보에 따라 set up에서 FT까지의 구간을 관심구간(POI, period of interest)로 선택하고, 데이터베이스(200)에 저장할 수 있다. 이와 같은 구간의 설정은 POI 정보의 변경에 따라 변경가능하며 도 5에 도시된 구간에 한정되는 것은 아니다.

[0089] 즉 POI를 도 5에 표시하였다. 도 5에서 표시된 각 구간을 정확히 구분하는 것은 쉽지가 않으며, 따라서 '조준+홀딩(aming+holding)' 구간으로 통합하거나, 또는 특정 이벤트(가속도 값 또는 각도에 따른)를 기준으로 구간을 정의하기도 하며, 또는 DTW 알고리즘을 적용하기 위해 본격적인 들어올리기가 시작되는 '세트업' 구간에서부터(세트업 구간 전체가 아닌) '폴로스루(follow through)' 구간 전체를 포함하기보다는 '릴리즈(release)' 순간에서 수십 ms 정도(예: 40ms)만 더 포함하여 관심구간을 설정하였다.

[0090] 상기 양궁 슈팅은 30m 거리에서 이루어졌으며, '조준+홀딩(aming+holding)' 통합구간에서 흔들림(가속도 값)은 $\pm 130\text{mg}$ 이내이며, '릴리즈(release)'된 후에도 $\pm 1\text{g}$ 이내로 나타나고, 양궁 슈팅 동작은 대략 8초(set up부터 follow through까지) 동안 수행됨을 볼 수 있다.

[0091] 다음에, 관심 구간 추출부(330)는 상기 단계 S140에서 선택된 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스의 거리를 계산하여 유사한 다수의 서브 시퀀스를 자동으로 추출한다(S150). 이와 같이 추출된 서브 시퀀스가 질의 시퀀스의 POI에 대응하게 된다.

[0092] 도 6은 DTW 알고리즘의 입력 시퀀스 예시를 나타내는 그래프이다. 도 6에서 DTW 알고리즘의 입력인 시퀀스 X와 시퀀스 Y이다. 여기서 시퀀스 X는 미리 저장된 양궁 선수의 POI에 해당하는 가속도 데이터로 레퍼런스 시퀀스이며, 시퀀스 Y는 다수의 관성 센서에 의해 측정된 한 라운드의 가속도 데이터로 질의 시퀀스이다. 도 6에서 볼 수 있듯이, 해당 양궁 선수의 레퍼런스 시퀀스는 시퀀스 Y의 음영구간에 해당된다.

[0093] 다음에 상기 단계 S150에서 추출된 POI에 따라 양궁 선수의 동작을 분석한다(S160). 즉 양궁 선수가 6발의 화살을 연속적으로 발사하는 시간에 대응하는 110~140초 동안 신체 각 부위의 움직임에 대해 상기 단계 S150에서 추출된 서브 시퀀스를 이용하여 동작 분석부(340)는 DTW 거리를 계산하여 자세 일관성을 분석한다. 또한, 상기 단계 S160에서 동작 분석부(340)는 상기 다수의 관성 센서에서 측정된 데이터 간의 상관 분석 및 다중회귀 분석으로 자세 중요도를 분석하고, 지속시간과 크기에 따라 시간 도메인을 분석하며, 주파수 스펙트럼으로 주파수 도메인을 분석한다.

[0094] 도 7은 DTW 알고리즘의 입력 시퀀스 예시로서, 도 6에 나타난 레퍼런스(referecen) 시퀀스를 확대한 그래프이다.

[0095] DTW 알고리즘은 시퀀스 X(레퍼런스 시퀀스)와 시퀀스 Y(질의 시퀀스)를 입력받아, 시퀀스 Y에서 시퀀스 X와 가장 유사한 시퀀스를 다수 탐색(추출)하고 각각 탐색된 시퀀스와의 DTW 거리를 계산한다. 이 DTW 거리는 미리 설

정한 관심구간에서 양궁 동작의 일관성을 평가하는 척도이다.

- [0096] 상기 단계 S160에서 분석된 동작에 대한 데이터는 표시 장치(400)에 표시된다(S170). 이와 같이 표시 장치(400)에 양궁 선수의 동작을 분석하고, 그 분석 결과를 3D 등의 영상으로 표시하는 것에 의해 양궁 동작의 일관성 분석뿐만 아니라 양궁 동작 분석 도구로도 활용할 수 있다.
- [0097] 다음에 상기 단계 S150 및 S160에 대해 도 8을 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0098] 도 8은 도 4에 도시된 POI 자동 추출 및 DTW 거리 계산의 알고리즘을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0099] 상기 단계 S150 및 S160에서는 질의 시퀀스(예를 들어, 6발 데이터)에서 레퍼런스 시퀀스(POI)에 매칭되는(유사한 동작) 다수의 서브 시퀀스를 탐색하여 선택 또는 추출하고 각각 서브 시퀀스와의 DTW 거리를 계산하는 과정은 다음과 같다.
- [0100] 본 발명의 일 실시 예에서 레퍼런스 시퀀스(시퀀스 X)는 미리 설정한 POI 구간의 가속도 데이터로, 그 길이는 6.29초이며, 질의 시퀀스(시퀀스 Y)는 한 라운드 동안 측정된 가속도 데이터로 그 길이는 109.21초이다. 상기 관심 구간(POI) 추출부(330)에서는 입력된 시퀀스 X와 시퀀스 Y를 이용하여 두 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스를 계산한다(S161).
- [0101] 도 9는 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스(accumulated cost matrix) 예시를 나타내는 도면이다.
- [0102] 우선, 두 입력 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스를 도 9와 같이 계산한다. 도 9에서 흰색은 비용(cost)이 낮음을 의미하고, 검은색으로 어두워 질수록 그 비용이 높음을 의미한다.
- [0103] 다음에 두 시퀀스 간의 거리 함수(distance function)를 도출한다(S162). 이 거리 함수는 누적 비용 매트릭스의 마지막 행의 값들에 해당한다.
- [0104] 도 10은 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 거리 함수 예시를 나타내는 그래프이다. 도 10에 나타난 누적 비용 매트릭스에서 제일 마지막 행에 해당하는 값들을 시간 축으로 나타난 거리 함수이다.
- [0105] 이어서, 거리 함수에서 지역 최소값을 탐색한다(S163). 지역 최소값의 인덱스 값은 찾고자하는 서브 시퀀스의 끝점에 해당한다.
- [0106] 도 10에서 가로 선은 문턱값(Thresfold line)을 나타내는 선이며, 문턱값 설정에 따라 본 발명에서는 도 10과 같이 작은 동그라미로 표시된 지역 최소(local minima)를 얻게 된다. 해당 6개의 지역 최소값에 해당하는 인덱스 값은 바로 레퍼런스 시퀀스에 매칭되는 시퀀스의 끝점 인덱스이다.
- [0107] 상술한 바와 같이, 질의 시퀀스에서 레퍼런스 시퀀스에 매칭되는 시퀀스의 끝점 인덱스를 찾으면, 잘 알려진 와핑 경로 알고리즘을 이용하여 상기 관심 구간(POI) 추출부(330)는 시퀀스 Y에서 시퀀스 X와 유사한 서브 시퀀스를 추출한다(S164). 즉, 끝점의 인덱스를 입력으로 최적 와핑 경로 알고리즘을 이용하여 각 서브 시퀀스의 시작점에 해당하는 인덱스를 찾는다. 그러면, 레퍼런스 시퀀스에 매칭되는 6개의 서브 시퀀스를 자동으로 찾게 된다.
- [0108] 다음에, 동작 분석부(340)는 누적 비용 매트릭스 계산 및 최적 와핑 경로를 탐색한다(S165). 즉, 레퍼런스 시퀀스와 탐색된 각 서브 시퀀스 간의 누적 비용 매트릭스를 계산하고, 최적 와핑 경로를 각각의 매트릭스에서 탐색한다.
- [0109] 이어서 DTW 거리를 계산한다(S166). 즉, 누적 비용 매트릭스와 최적 와핑 경로를 이용하여, 레퍼런스 시퀀스와 탐색된 각 서브 시퀀스 간의 정규화된 DTW 거리를 계산한다. 동일한 시퀀스는 DTW 거리가 0이며, 두 시퀀스 간의 유사도가 높을수록 DTW 거리는 작아진다.
- [0110] 상기 단계 S166에 의해 반복적으로 수행되는 동작의 움직임 데이터 간 DTW 거리(distance)를 계산하여, 해당 선수의 동작 일관성으로 정량화할 수 있다.
- [0111] 도 11은 레퍼런스 시퀀스와 질의 시퀀스 간의 최종 누적 비용 매트릭스 예시를 나타내는 도면이다. 레퍼런스 시퀀스와 각각의 매칭된 시퀀스 간의 와핑 경로와 각각의 최종 누적 비용 매트릭스를 나타내었으며, 정규화(normalized)된 DTW 거리를 옆에 나타내었다.
- [0112] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 레퍼런스 시퀀스에 매칭된 시퀀스 예시를 나타내는 그래프이다. 도 12에

는 6개의 매칭된 시퀀스 중, 2번째와 4번째 시퀀스만 대표적으로 나타내었다.

[0113] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 DTW 거리와 양궁 성적의 분포, 히스토그램 예시를 나타내는 그래프이다.

[0114] 본 발명의 일 실시 예로, 도 13은 4명의 중학교 여자 양궁 선수들을 대상으로 취득한 실험 데이터에 DTW 알고리즘을 적용하여 DTW 거리(슈팅 동작의 일관된 정도 또는 유사도)를 계산한 결과를 히스토그램으로 나타내었으며, 각 선수들의 지난 시즌 성적은 해당 선수의 히스토그램 그래프 옆에 표기하였다. 각 선수들은 한 라운드에 화살을 6발 발사하고 잠깐 휴식을 취한 후, 다음 라운드를 이어가면서 6라운드에 모두 36발을 발사하였고, DTW 알고리즘의 입력은 미는 팔(bow arm) 전완에 부착한 3축-가속도 센서의 X-축(미는 방향) 데이터로 샘플링 속도는 100Hz이며, 각 선수 별로 36발 중 임의의 10점을 쏜 데이터를 기준 데이터로 나머지 35발(또는 그 이하)과의 DTW 거리를 계산하였다.

[0115] DTW 거리의 히스토그램을 살펴보면, 상대적으로 낮은 성적(54점 또는 55점)을 낸 선수에 비해 높은 성적(59점)을 낸 선수의 DTW 거리가 확연히 작은 것(동일한 두 데이터의 DTW 거리는 0)을 볼 수 있는데, 이는 DTW 거리를 선수의 슈팅 동작의 일관된 정도 또는 유사도를 평가할 수 있는 척도로 사용 가능성을 의미한다. 즉, 성적이 높을수록 반복되는 슈팅 동작 데이터 간의 DTW 거리가 작다.

[0117] 이상 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

[0118] 즉 상기 실시 예에서는 운동선수로서, 양궁 선수의 양궁 동작의 일관성 측정에 관해 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 운동선수에게 관성 센서를 장착하고 운동 동작에서 운동의 관성력을 검출하여 가속도, 속도, 방향, 거리 등 다양한 항법 관련 정보를 감지하고, 이 감지 정보를 유무선으로 전송하여 훈련에 따른 개선 상황을 점검하고, 초보 선수의 숨겨진 재능을 미리 발견할 수 있는 운동 종목에 모두 적용 가능하다.

산업상 이용가능성

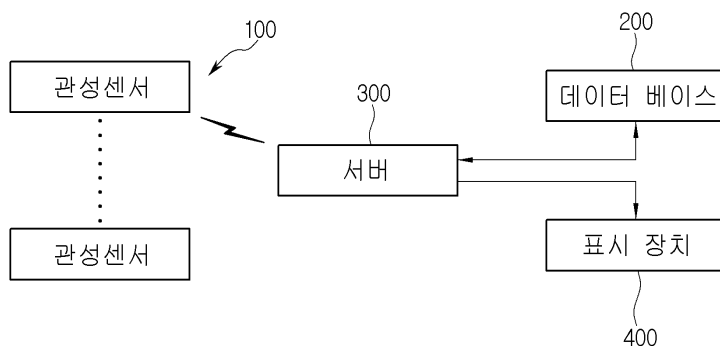
[0120] 본 발명에 따른 동작의 일관성 측정 시스템 및 그 방법을 사용하는 것에 의해 양궁 선수의 양궁 슈팅 동작을 객관적으로 평가하고, 훈련에 따른 개선 상황을 점검하고, 초보 선수의 숨겨진 재능을 미리 발견할 수도 있다.

부호의 설명

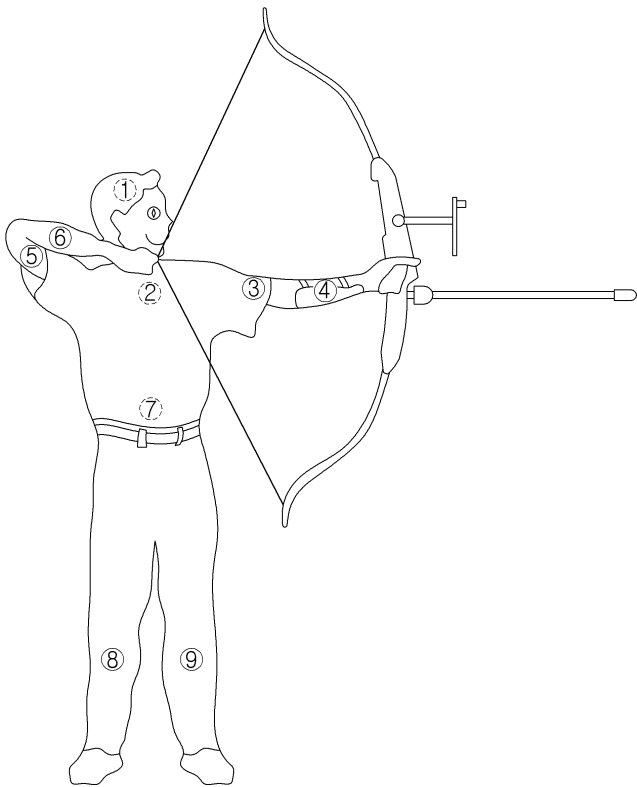
- [0122] 100 : 관성 센서
200 : 데이터베이스
300 : 서버
400 : 표시 장치

도면

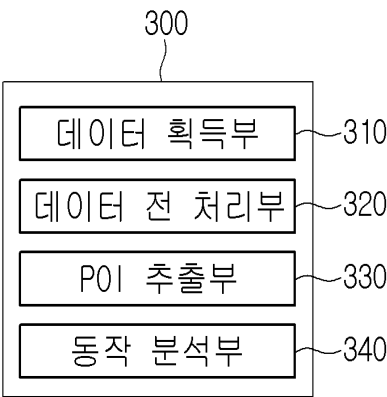
도면1



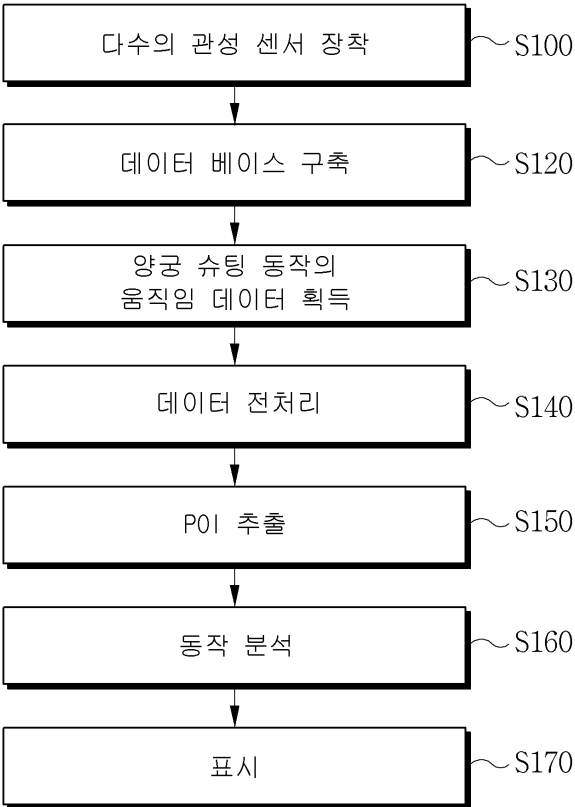
도면2



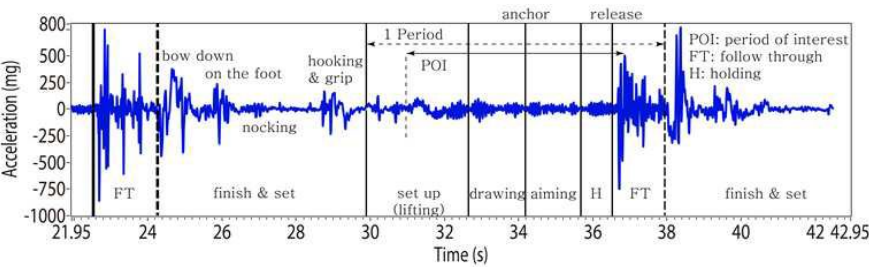
도면3



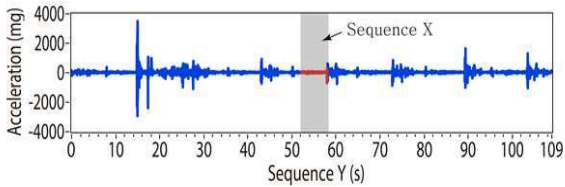
도면4



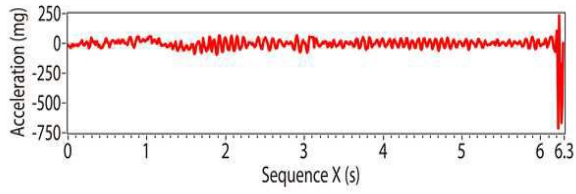
도면5



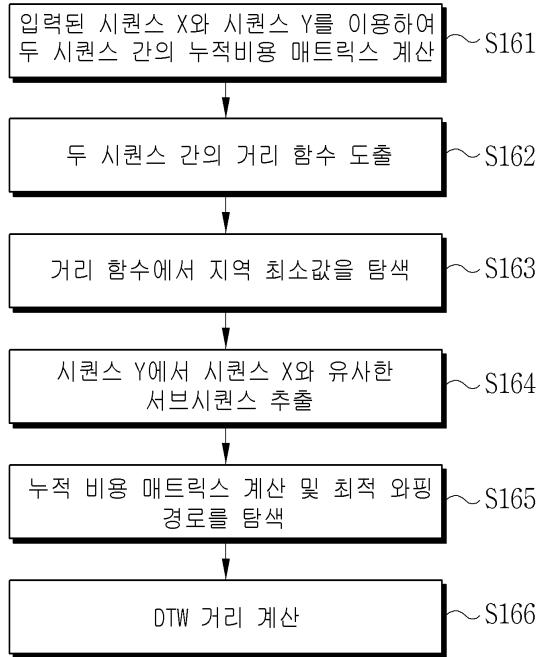
도면6



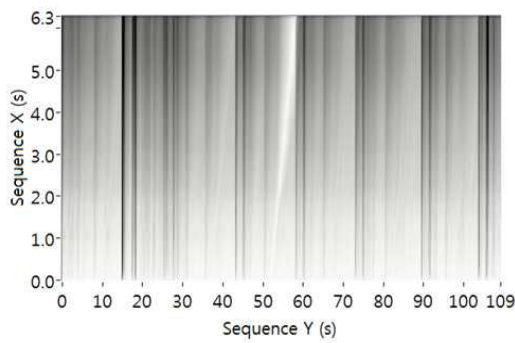
도면7



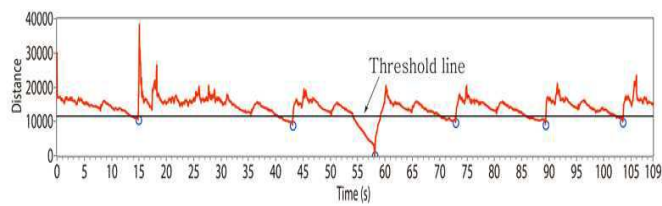
도면8



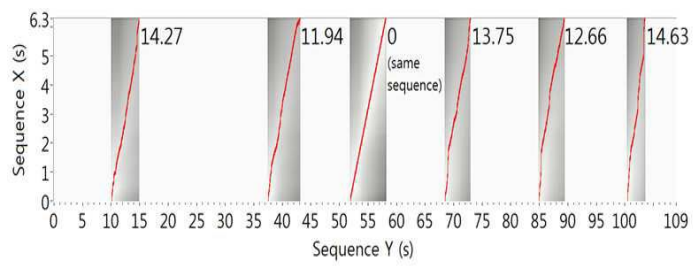
도면9



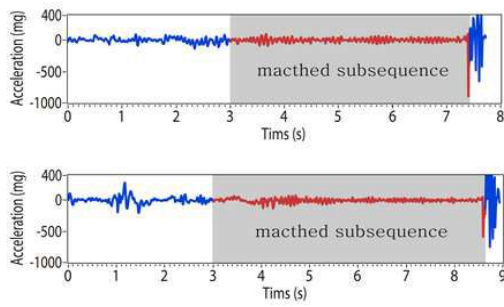
도면10



도면11



도면12



도면13

