

골프 동작 분석을 위한 동영상 편집시스템 설계 및 구현

박 용 범[†]

요 약

빠른 변화를 가지는 운동 동작을 분석하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그러나 이를 동영상으로 취득하여 동영상 파일을 분석하는 것은 쉬운 일이다. 더욱이 PC의 보급과 디지털 캠코더의 보급으로 동영상 파일의 취득이 용이해 짐에 따라 일반인도 손쉽게 동영상 분석을 할 수 있는 환경을 가지게 되었다. 본 연구에서는 골프 동작을 동영상 파일에 담아 분석할 수 있는 시스템을 설계하고 이를 구현하여 보았다. 또한 영상 흐름을 반영할 수 있는 편집 방식을 개발하고 이동 추적 알고리즘을 사용하여 골프 스윙 분석을 보다 용이하게 개선하였다.

Design and Implementation of the Golf Swing Analysis System through Captured Motion Picture

Young-Bom Park[†]

ABSTRACT

It is not easy to analyze dynamic sports motion, but it can be done easily by using an interactive playback of the recorded motion. Everybody is able to capture a golf swing owing to the popularization of PC and digital camcorder in these days. In this study, the system that can provide golf swing analysis is selected and implemented. Furthermore, editing method that can represent motion is applied and moving object tracking algorithm that can make this process easy is applied to provide easy golf swing analysis.

키워드 : 골프 스윙(golf swing), 동작 분석(motion analysis), 멀티미디어(Multimedia), 영상 처리(image processing)

1. 서 론

PC의 보급과 디지털 캠코더(Digital Camcorder)의 보급으로 기초적인 영상편집을 할 수 있는 기반환경이 각 가정에 만들어지고 있다. 그러나 아직까지는 전문적인 도구가 많아 일반인들이 접근하기 어려운 상태이다. 영상처리의 기술적인 발전에 힘입어 이제 가정의 기반 환경은 많은 활용 분야를 찾게 될 것이다. 특히, 운동 동작 분석은 그 실용성이 높아, 영상 분석 환경이 열악한 과거에도 비디오에 녹화한 자신의 운동 자세를 다시 살펴보는 등 많은 이용이 있었다. 따라서 간단한 영상 분석 도구의 제시만으로도 많은 활용이 기대된다. 골프 스윙은 다른 운동 자세와 달리 정적인 상태에서 이루어져 가정의 기반 환경으로도 상당히 자세한 분석까지 가능하다.

동영상은 정지영상과 달리 시간의 흐름 또는 연속되는 영상의 흐름과 관계가 있어 이를 분석하기 위해서는 먼저 흐름에 따른 변화를 기록할 수 있어야 한다[3]. 또한 단순히 동영상 중간의 한 장면에 변화를 준다 해도 이를 인식하기는 매우 어렵기 때문에 분석 결과는 어느 정도의 시간

지연을 가져야 분석자에게 인지될 수 있다. 실제로 일반 TV품질의 동영상의 경우 초당 약 30프레임을 이용하고 있어 한 장면의 잔류시간은 1/30초이다. 즉, 이 시간 동안 동작 분석 결과를 나타낸다 하더라도 사용자에게 인지되지 못한다. 따라서 분석 결과를 일정시간 잔류 시켜야 한다[9]. 본 연구는 골프 스윙 동작 분석에 적합한 분석 결과 시간 잔류 방식을 3가지 형태로 분류하고 이를 구현하였다. 분석 결과 시간 잔류 방식은 다음과 같이 나누어진다.

첫째로 순간 포착에 의한 분석은 동영상을 정지시킨 후 분석을 하고 그 결과를 일정 시간 유지시켜야 한다. 둘째로 기준을 따르는 가를 분석할 때는 기준을 일정 기간의 영상에 계속 보여 주어야 한다. 마지막으로 동작의 이동 상황이나 변화를 분석할 때는 분석 결과를 점진적으로 변화시키며 유지되어야 한다. 이와 같이 다양한 분석 결과의 시간 잔류 방식은 일반 분석 도구들의 형태도 이에 맞게 변화 시켜야 함을 의미한다. 마지막으로 골프 스윙 분석을 돕기 위해 이동 추적 알고리즘을 적용하여 골프 헤드의 움직임을 추적하여 보았다.

2. 연구 배경

2.1 골프 동작 분석 필요 요소

주로 실시하는 동영상 골프 동작 분석은 크게 2가지로

※ 이 연구는 2000학년도 단국대학교 대학 연구비의 지원으로 연구 되었음.

† 정 회 원 : 단국대학교 전자계산학과 교수

논문접수 : 2002년 5월 24일, 심사완료 : 2002년 7월 18일

나누어 볼 수 있다. 그 하나는 전면 분석이며 다른 하나는 측면 분석이다. 전면 분석은 골프 스윙 시 스윙하는 사람에 대해 전면에서 찍은 영상을 분석하는 것을 의미하며, 측면 분석은 골프 공의 진행 방향에서 스윙하는 사람을 찍은 영상을 분석하는 것을 의미한다. 전면 분석에는 보통 다음과 같은 요소를 분석한다[11, 12].(오른손잡이 가정)

- 백 스윙(Back Swing) 시작 시 왼쪽다리가 먼저 움직여야 한다.
- 스윙(Swing) 완료까지 팔이 굽혀져서는 안 된다.
- 3/4 스윙이 이루어졌을 때 배꼽이 지면을 향하여야 한다.
- 3/4 스윙이 이루어졌을 때 왼쪽 어깨와 오른쪽 무릎이 거의 수직이 되어야 한다.
- 백 스윙 완료시 팔과 샤프트(Shaft) 각이 날카로워야 한다.
- 백 스윙 완료시 무게 중심이 오른쪽 발로 이동하여야 한다.
- 다운 스윙(Down Swing)시 샤프트와 팔의 각도가 유지 되어야 한다.
- 임팩(impact) 순간 손이 클럽헤드(공)보다 앞서야 한다.
- 임팩시 허리가 먼저 돌아가고 어깨는 그보다 느리게 이동하여야 한다.

다음 측면 분석에는 보통 다음과 같은 요소를 분석한다.

- 목(뒤), 허리, 무릎, 발바닥 중간을 잇는 자세(Posture)가 어드레싱(Addressing)시 만들어져 풀 스윙(Full Swing)이 거의 끝날 때까지 유지 되어야 한다.
- 오른쪽 어깨(위), 클럽헤드, 샤프트로 만들어지는 면(Plane)에 대해 백 스윙 완료 시 샤프트 선과 왼손이 수평을 이루어야 한다.
- 다운스윙 시 오른쪽 어깨(위), 클럽헤드, 샤프트로 만들어지는 면 가운데 선을 따라 클럽 헤드가 이동하여야 한다.
- 스윙이 끝날 때쯤 백 스윙 완료 시 손 위치로 다시 손이 지나가야 한다

이러한 분석을 위해 골프 동작 분석 시스템은 <표 1>과 같은 기능이 필요하다.

<표 1> 골프 동작 분석 도구

기 호	이 름	내 용
/	선 도구	기준선을 그림
∠	각 도구	각을 잴
L	직각 도구	직각을 확인
⊙	시계 도구	전체 이동 기준
⌚	자유 도구	무작위 기록
Σ	Posture 도구	자세를 분석
○	도형 도구	각종 도형 제공
A	글 도구	글 기록

대부분의 골프 동작 분석 시스템은 <표 1>의 기능을 포함한다[12]. 그러나 이러한 도구는 단순히 영상에 기록을

하는 도구로서 동영상의 특징인 시간에 따라 연속되는 영상의 흐름을 반영하지 못한다. 시간에 따른 연속 영상에 기록을 남기는 방법은 크게 3가지로 나누어 볼 수 있다. 우선 백 스윙 완료 시, 또는 임팩 순간을 분석할 때 사용되는 것으로 순간 포착을 하여 한 장면에 기록을 남기는 것이다. 이는 순간포착에 의해 한 장면이 정지된 것과 같은 효과를 가져야 하는데 이는 같은 영상을 일정 횟수 반복 복사한 후 같은 내용을 모두에 기록하여야 한다. 다음은 측면 분석 시 주로 사용되는 것으로 일정 시간 구간 내에 동일한 기록을 하여 기준으로 삼아야 하는 경우가 있다. 이것은 연속된 영상의 블록을 설정하고 블록 내 모든 영상에 같은 기록을 남겨야 한다. 마지막으로 클럽 헤드의 궤적 등 점진적 움직임을 추적하여야 하는 경우 사용되는 방법으로 연속 영상 진행에 따라 기록이 추가적으로 덧붙여 증가하는 경우이다. 이것은 앞 영상에 이루어진 기록이 다음 영상에 상속되어야 한다.

골프 스윙 분석 시스템에 필요한 요구사항으로 골프 스윙 시점을 표기할 수 있는 방법이 필요하다. 골프 스윙에 중요한 시점은 어드레싱(Addressing), 테이크 어웨이(Take away), 3/4 스윙, 백 스윙완료 시점이 있다. 이들 위치를 자동으로 감지하는 기능은 골프 동작 분석을 위해서 중요한 특징이 될 수 있다.

2.2 이동 추적 알고리즘

골프 스윙 분석은 스윙 자세와 클럽헤드의 움직임을 분석하는 일이다. 따라서 물체의 이동을 추적하는 알고리즘이 필요하다.

일반적으로 알려져 있는 이동 추적 알고리즘은 특징 기반 방법과 영역 기반 방법으로 나누어 볼 수 있다[7]. 특징 기반 방법은 연속적인 영상을 분석하여 특징 요소를 추출하고, 특징 요소의 변화를 이용하여 이동 물체의 동작 정보를 추출하는 방법이다[4]. 이 방법으로는 구석점(Corner Point)이라는 방법이 있고, 직선을 이용하여 영상분석을 하는 방법이 있다[10]. 직선은 인공적인 환경에서 자주 발생하는 특징으로 인간 조형 공간에서 잘이용할 수 있다. 또한 영상 내에 각 화소 밝기 부분의 변화를 측정하는 광류(Optical Flow) 방식이 있다[2, 5]. 광류를 구하는데 광도를 어떻게 이용하느냐에 따라 미분법(gradient)을 이용하는 방법, 상관관계(correlation)를 이용하는 방법[6], 에너지를 이용하는 방법 등으로 분류한다. 영역 기반 방법은 영상에서 특징을 포함한 영상 조각(image patch)을 가지고 다른 영상과의 상관관계(correlation)를 이용하여 이동을 추적하는 방식이다[7]. 이 방식에는, 차영상을 이용하는 방법이 있다[5]. 연속 또는 인접한 두 영상 차이가 움직임으로 인하여 발생하였다고 가정하여 분석하는 방식이다. 이 방식은 구현하기 쉽지만, 물체가 서로 겹치거나 추적하는 이동물체의 모양이 달라지면 성능이 많이 떨어진다. 또 다른 방법으로는 블록 정합(Block Matching) 방법이 있다[1, 9]. 이 방법은 부분 영상을 이

용하여 후보 영역간의 정합을 시도함으로써 이동하는 물체의 움직임을 분석한다.

3. 제안 시스템 설계 및 구현

<표 1>에서 살펴본 기록 도구는 화면에 기록을 남기는 도구로 GDI함수 등으로 간단히 구현된다. 또한 취소 기능을 위해 작업 순서 링크드 리스트(Linked List)를 구현하였다. 그러나 분석을 위해 이들 기록을 작업 영상에 직접 남기지 않았고, 작업 영상 크기와 같은 새로운 작업 공간을 만들어 작업공간에 모든 기록이 이루어지도록 하였다. 일반 골프 스윙 동작 분석 시스템은 동영상 재생기 위에 분석 도구로 그림을 그릴 수 있게 한 전자 화이트 보드의 형태[12]이어서 시간에 따른 영상의 흐름을 분석을 하는데 한계가 있다. 2장에서 나열한 골프 스윙분석의 결과는 분석 내용의 시간 잔류 방식을 3가지 형태로 나누어 표현 할 수 있다.

첫째 특정 시점의 영상을 멈추게 하고 그 위에 분석 내용을 담는 것이다. 이 방식은 일반 골프 스윙 분석 시스템에서는 영상을 정지하고 분석 내용을 적용하는 방식으로 이용되고 있다. 본 연구에서는 동영상에서 일정기간 영상이 정지되는 표현을 하기 위해 다음의 방법을 사용하였다. 특정 시점에 영상을 $I_t(x, y)$ 라 하고 $S_t(x, y)$ 는 그 시점 영상을 위한 작업 공간을 의미한다고 하자. 그러면 차영상 $D_t(x, y)$ 와 출력 영상 $O_t(x, y)$ 는 다음과 같이 식 (1)과 식 (2)로 정의된다.

$$D_t(x, y) = |I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y)| \quad (1)$$

$$O_t(x, y) = I_t(x, y) + S_t(x, y) \quad (2)$$

$t = w$ 일 때 영상이 정지되는 표현은 식 (3)과 같이 $w+1$ 이후의 모든 영상을 시간 지연시간 L 만큼 이동한 후, 식 (4)와 같이 작업 영상과 작업 공간을 일정 횟수 반복함으로써 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} I_{t+L+1}(x, y) &= I_t(x, y) \\ O_{t+L+1}(x, y) &= S_t(x, y) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $t > w$ 이다. i 가 1, ..., L 인 경우,

$$\begin{aligned} I_{w+i}(x, y) &= I_w(x, y) \\ S_{w+i}(x, y) &= S_w(x, y) \end{aligned} \quad (4)$$

이다.

(그림 1)은 구현된 반복 결과 화면을 보여준다

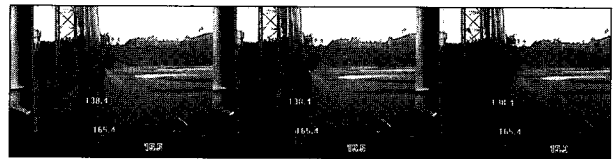


(그림 1) 순간 영상의 반복

둘째 한 순간의 자세를 다른 순간의 기준으로 사용하는 분석을 위해서는 일정 구간동안 기준을 계속 보여 주어야 한다. 이는 기준의 유효 구간 $t = s \dots e$ 을 먼저 설정하고 구간 내 모든 작업 공간에 같은 기록을 남김으로써 구현할 수 있다.

$$S_t(x, y) = S_w(x, y) \text{ for } t = s, \dots, e \quad (5)$$

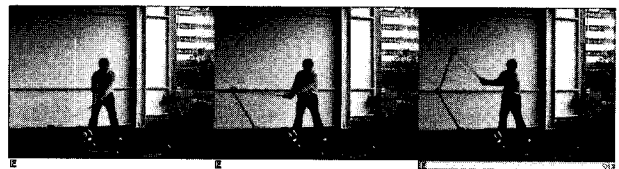
여기서 w 는 현재 작업 중인 영상의 시점을 의미하며 선택 구간 내에 있다. (그림 2)는 블록 내 기준 설정의 예를 보여준다.



(그림 2) 블록 내 기준 설정

마지막으로 (그림 3)과 같이 점진적 움직임을 추적하기 위해서는 현재 작업 공간을 다음의 작업공간으로 복사한 후 다음 작업공간에서 이어 작업을 하도록 한다. 현시점에서의 기록 내용을 $M_t(x, y)$ 라고 할 때 이 작업은 식 (6)과 같이 표현된다.

$$S_t(x, y) = S_{t-1}(x, y) + M_t(x, y) \quad (6)$$



(그림 3) 점진적 움직임 추적

다음은 골프 스윙시점을 표기해야 한다. 본 연구에서는 어드레싱 시점과 백 스윙 완료시점을 자동으로 검출하는 방법을 구현하였다. 임팩트를 제외한 다른 시점은 어드레싱 시점과 백 스윙에 적당한 연산을 가하여 구할 수 있다. 이를 위해서 스윙 동작내의 차 영상을 구하고 영상 변화의 양을 나타내는 Δ_t 를 식 (7)과 같이 정의한다.

$$\Delta_t = \sum_x \sum_y D_t(x, y) \quad (7)$$

골프 스윙의 특성상 스윙 바로 직전에 모든 움직임이 정지된다. 즉 스윙 바로 직전에 Δ_t 가 최소가 된다.

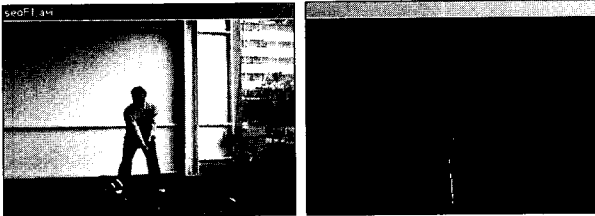
$$t_0^* = \arg(\min(\Delta_t)) \quad (8)$$

여기서 $\arg(\min(\Delta_t))$ 는 최소값을 가질 때의 t 값을 의미한다. 이 t_0^* 보다 큰 t 중에서 변화가 생기기 직전이 시점이 바로 어드레싱(Addressing) 시점이다.

$$\Delta_t - \Delta_{t-1} > \theta \quad (9)$$

여기서 $t > t_0^*$ 이다.

식 (9)를 만족하는 t 를 t_A 라 하면, t_A 는 어드레싱 시점을 나타내고 $I_{tA}(x,y)$ 는 어드레싱 장면이 된다.

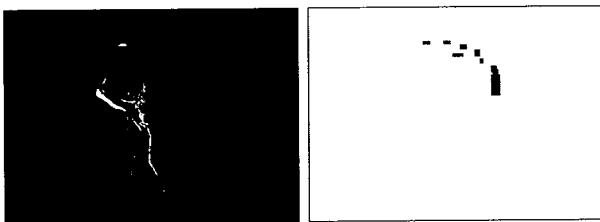


(그림 4) $I_{tA}(x,y)$ 와 $D_{tA}(x,y)$

백 스윙 완료시점을 찾기 위해서는 클럽 헤드의 궤적을 추적하여야 한다. 하지만 물체의 움직임을 추적하는 일은 많은 계산이 필요한 작업이어서 추적해야 하는 연속 영상의 수를 줄이는 것이 중요하다. 본 연구에서는 골프 스윙 시 클럽 헤드가 머리 위로 올라가 차 영상의 궤적 Y좌표가 최대 값을 가지는 시기를, 백 스윙 할 때, 몸을 풀어 줄 때, 마지막으로 마무리(follow)를 할 때라고 가정하여 ;

- t_{p1} : 처음 Y가 국부 최대점을 가질 때
- t_{p2} : 두 번째 Y가 국부 최대점을 가질 때
- t_{p3} : 세 번째 Y가 국부 최대점을 가질 때

라 하고, 처음 두 번의 피크인 t_{p1}, t_{p2} 사이의 클럽 헤드 위치 추적을 시도하였다. 즉 영상의 중앙을 원점으로 보았을 때 1사분면과 4사분면에 클럽 헤드가 있을 때만 추적을 행하였다. (그림 5)는 t_{p1} 시점과 추적 결과를 보여준다.

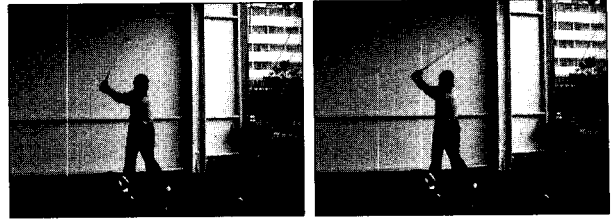


(그림 5) 시점과 추적 결과

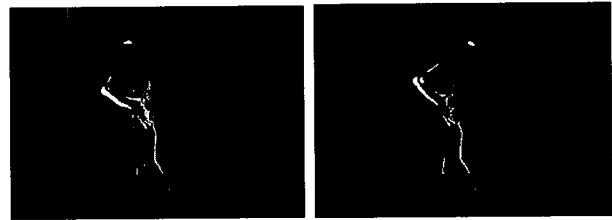
이와 같은 상황에서 골프 헤드의 위치를 찾는 알고리즘은 다음과 같다.

- [단계 1] $t_{p1} \leq t \leq t_{p2}$ 에 $D_t(x,y) > 0$ 을 만족하는 모든 Y중 최대값을 maxY라 한다.
- [단계 2] $t_{p1} \leq t \leq t_{p2}$ 에 $D_t(x,y) > 0$ 을 만족하는 모든 X중 최대값을 maxX라 한다.
- [단계 3] 각 $D_t(x,y), t_{p1} \leq t \leq t_{p2}$ 에 대하여 (maxX, maxY)와 최소 거리를 가지는 $D_t(x,y)$

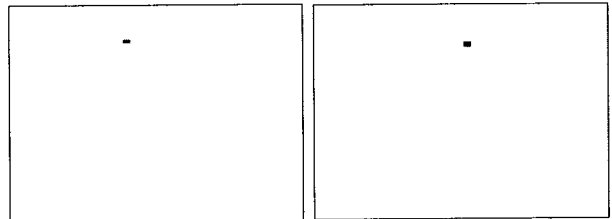
의 점 $p(x,y)$ 를 구하고 그 점을 포함하는 움직임 영역을 선택한다.



(그림 6) 원 영상



(그림 7) 차 영상 ($D_t(x,y)$ 와 $D_{t+1}(x,y)$)



(그림 8) 추적한 골프 헤드

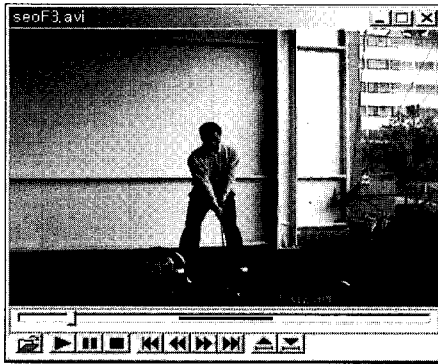
(그림 8)은 (그림 6)의 원 영상에서 골프 헤드의 움직임을 추출한 것이다. (그림 7)은 이용된 차 영상을 보여 준다.

4. 구현 결과

본 연구에서는 골프 스윙 분석 시스템을 구현하기 위해 MS Visual C++를 사용하였고, GUI 프로그램을 위해 MFC (Microsoft Foundation Class)를 이용하였다. 영상은 일반 가정용 SONY사의 PC3 디지털 캠코더로 취득 하였다. 구현한 시스템은 다음 그림과 같다. 전체 시스템은 두 개의 창으로 나뉜다. (그림 9)는 주 작업 창이며 (그림 10)은 부 작업 창이다. 부 작업 창에서는 분석할 구간을 선정하고 주 작업 창에서는 분석을 실행한다.

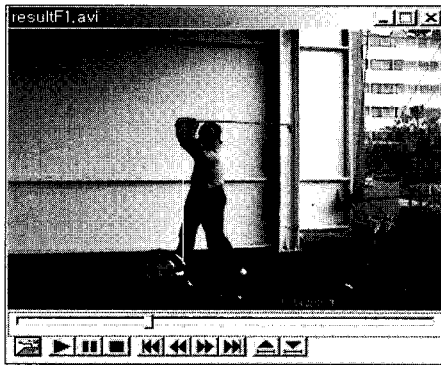


(그림 9) 주 작업 창



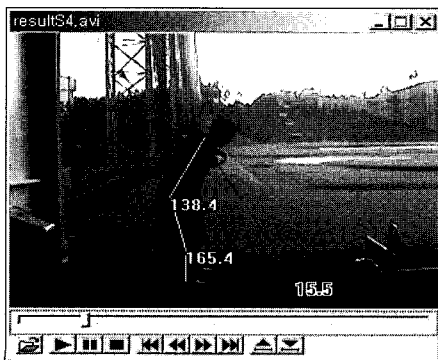
(그림 10) 부 작업창

순간 포착을 하는 작업은 (그림 11)과 같이 표현한다. 여기서는 백스윙 완료 시 손목의 각도를 살펴보는 것을 보였다. 지면으로는 확인하기 어렵지만 동영상 진행 시 시간 지연이 일어남을 확인할 수 있었다.



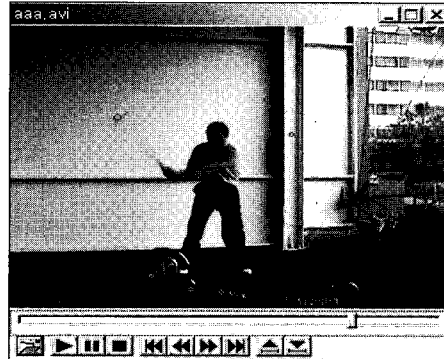
(그림 11) 순간 포착

다음 (그림 12)은 기준을 설정하고 일정기간 유지하는 예이다. 자세(posture)와 면(plane)이 어드레스시 기록되어 백스윙 중에도 기준이 유지되고 있음을 볼 수 있다. 이와 같은 분석은 기존 골프 스윙 분석시스템에서는 일일이 그려야 하는 작업을 하여야 하지만 본 연구에서는 기준의 구간 적용 방식을 구현하여 필요 구간에만 분석 내용을 담아 불필요한 수작업을 제거하였다.



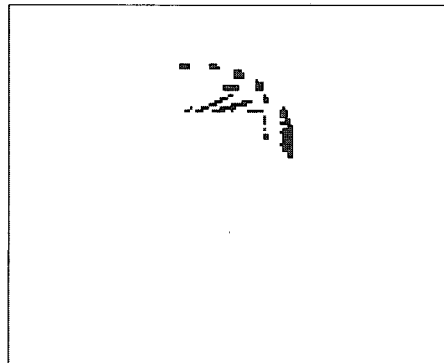
(그림 12) 자세(posture)와 면(plane)

점진적 움직임의 추적을 보여주는 것은 (그림 13)과 같이 표현한다. 각 점은 동영상상이 진행되며 하나씩 증가한 것이다.



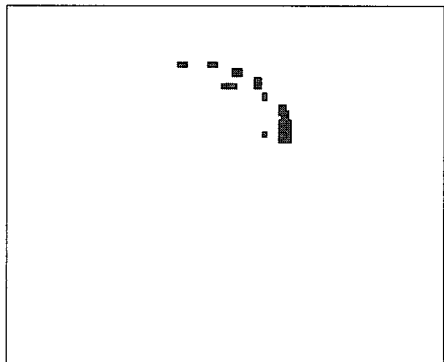
(그림 13) 점진적 움직임 추적

(그림 14)는 골프 헤드 움직임 추적을 위해 골프 헤드가 처음 국부 최대 점에 이르렀을 때부터 두 번째 국부 최대 점에 이를 때까지 관심 영역의 움직임을 나타낸다.



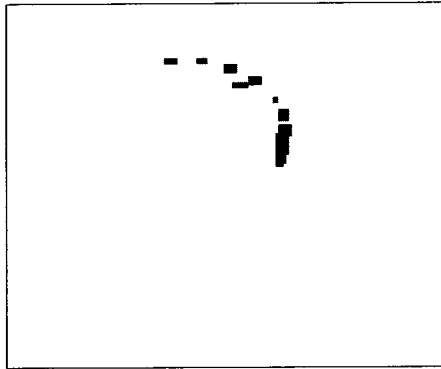
(그림 14) 움직임 추적 관심 영역

골프 스윙의 경우 골프채가 빨리 움직이는 가운데 실제로는 한 개의 물체인 골프채가 여러 개의 물체로 갈라져 나타나기 때문에 일반 물체 이동 추적 방법은 헤드와 샤프트 영역 사이의 혼돈이 나타날 수 있다. (그림 15)는 위 (그림 14)의 움직임 부분을 영역화하고 처음 국부 최대 점을 포함하

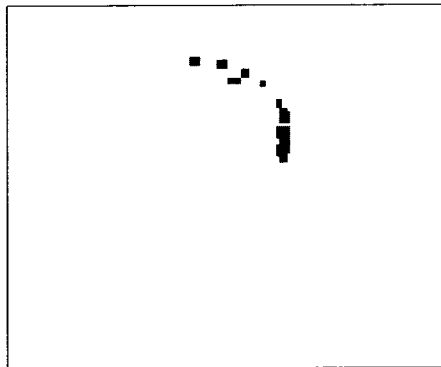


(그림 15) 최소거리 움직임 영역 선택 적용 결과

는 영역을 추적해야 하는 물체인 골프 헤드라 가정하였을 때, 골프 헤드 추적을 위해 최소거리 움직임 영역을 선택하는 방법을 적용하여 얻은 결과이다. 그러나 본 연구에서 제안한 방법을 적용하면 (그림 16)과 같이 보다 개선된 골프 헤드 추적이 가능하였다. (그림 17)은 또 다른 스윙에서 골프 헤드 추적을 행한 결과이다.



(그림 16) 제안한 골프 헤드 움직임 추적 결과



(그림 17) 다른 스윙에서의 제안 골프 헤드 움직임 추적 결과

5. 결론 및 고찰

본 연구에서 구현한 골프 동작 분석 시스템은 최첨단 기술이 사용된 것은 아니지만 개인용이나 단체에서 자신의 골프 스윙을 분석하는 데 쉽게 이용될 수 있을 것이다. 동영상으로 결과를 보여야 하는데 논문에서는 정지영상밖에 표현하지 못하여 실제 결과를 제시할 수 없어 아쉬움이 남는다. 또한, 어드레스와 백 스윙 완료 시점 만을 자동화하였고 중요한 임팩트 시점을 검출하지 못하여 이에 대해서는 다음 연구 과제로 남긴다. 아직은 가정용 디지털 캠코더의 서터스피드로는 임팩 시점의 클럽 헤드가 잡히질 않아 영상 취득 장치의 개선이 선행되어야 할 것으로 사료된다. 본 논문에는 제시하지 않았으나 헤드의 궤적을 자동으로 그리는 실험을 시도하여 보았다. 하지만 아직은 수동으로 직접 궤도를 추적하는 것이 더 좋아 보였다. 앞으로 컴퓨터 속도가 조금 더 개선되면 두 영상을 동시에 진행하며 자세를 비교하는

시스템이 구현될 수 있을 것으로 기대한다. 이를 위해서는 두 영상의 속도에 차이에 따른 표준화(Normalization)와 영상 크기 차이에 따른 표준화가 주요 문제가 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] W. K. Chow and J. K. Aggarwal, "Computer analysis of planar curvilinear moving images," IEEE Transaction on Computer, C-26, pp.179-185, 1977.
- [2] Berthold K. P. Horn and Brian G. Schunck, "Determining optical flow," Artificial Intelligence, Vol.17, pp.481-493, 1981.
- [3] M. Ibrahim Sezan, Reginald L. Lagendijk, "Motion Analysis And Image Sequence Processing," KLUWER Academic Publishers, 1933.
- [4] William B. Thompson, Pamela Lechleider, and Elizabeth R. Stuck, "Detecting moving objects using the rigidity constraint," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-15, No.2, pp.162-166, 1993.
- [5] 김계영, 이은주, 최형일, "차영상 분석에 의한 동작 정보의 추출", 정보과학회논문지, 제21권 제8호, pp.1480-1489, 1994.
- [6] 김명진, 한준희, "형태변화의 연속성을 이용한 이동물체의 추적", 정보과학회논문지, 제20권 제5호, pp.686-698, 1993.
- [7] 김성일, "선택적 개별 물체의 이동 추적 알고리즘 개발에 관한 연구", 정보처리학회논문지 B, 제8-B권 제1호, pp.50-58, Feb., 2001.
- [8] 박용범, 이동형, "운동동작 동영상 편집 방식에 관한 연구", 2001년 하계 한국게임학회 학술발표논문집, pp.85-88, July, 2001.
- [9] 이재도, 박준호, 전대성, 윤영우, 김상근, "동영상의 시간적 블록기반 영상분할 알고리즘", 정보처리학회논문지, 제7권 제5호, pp.1587-1598, May, 2000.
- [10] 최중웅, 이경행, 김태균, "위치결정을 위한 직선특징기반 스테레오 영상의 정합", 정보과학회논문지, 제22권 제10호, pp.1445-1458, 1995.
- [11] <http://www.golfq.co.kr/>.
- [12] <http://www.ifrontiers.com/>.



박 용 범

e-mail : ybpark@cs.dankook.ac.kr
 1985년 서강대학교 전자계산학과 졸업 (학사)
 1987년 N.Y. Polytechnic Univ. 대학원 전자계산학과(석사)
 1991년 N.Y. Polytechnic Univ. 대학원 전자계산학과(박사)

1993년~현재 단국대학교 전자계산학과 부교수
 관심분야 : 음성인식, 컴퓨터 게임제작, 미디어 보안