

# 백사장 영상으로부터 산출한 후빈 지형 정보

## Backshore Topography Information Estimated from Beach Images

김진혁<sup>1</sup>, 김태림<sup>2</sup>  
Jin Hyuck Kim<sup>1</sup> and Taerim Kim<sup>2</sup>

### 1. 서 론

최근 우리나라의 거의 모든 백사장들이 모래 유실로 인한 심각한 문제를 안고 있다. 자연적인 요인 혹은 인근 강으로부터의 모래 공급의 차단, 인근 백사장의 인공 구조물 건설 그리고 해사 채취 등으로부터 발생하는 이러한 백사장 유실은 이미 신문이나 방송 매체를 통하여 여러 차례 보도 되고 있다. 그러나 문제가 되는 이러한 백사장은 이미 육안으로 확인이 가능할 만큼 상당히 백사장의 황폐화가 진행된 상태이며 다른 백사장들도 정도의 차이는 있지만 침식이 상당히 진행되고 있으리라고 추산된다. 이러한 백사장의 유실에 대한 대비책을 강구하기 위해서는 무엇보다도 각각 백사장의 지역적인, 장기적인 특성을 파악하여야 하며 이러한 정보는 단순히 정성적인 정보가 아닌 정량적인 정보로 제공되어야 한다.

해안지형 변화의 특성 분석을 위한 현장 관측은 많은 어려움이 따른다. 주기적/장기적으로 많은 인력과 시간 노력이 투입되어야 하며 특히 일관성 있고 정확한 관측을 위해서는 많은 주의를 요한다. 특히 백사장 해안을 수면 밑의 전빈(foreshore)와 수면으로 드러나는 후빈(backshore)으로 나눌 때 전빈의 지형 관측은 얇은 수심과 파랑 등 높은 에너지의 소산으로 인한 수면의 교란으로 정확한 수심 관측이 매우 어렵다. 후빈의 경우도 관측 방법은 전빈에 비하여 상대적으로 용이하지만 일관성 있는 관측을

위해서는 철저한 계획을 통한 지속적인 관측이 이루어 져야 한다. 또한 일반적으로 사람들이 백사장 유실에 대한 문제점을 인식하는 곳이 수면 위에 항상 드러나는 이러한 후빈 부분이므로 보다 철저한 정량적인 관측이 필요하다.

대부분의 해안의 후빈 지형에 대한 현장관측은 광파 측정기와 같은 거리 및 고도 측정기기를 이용하여 이루어진다. 미국의 경우에는 시범적으로 자동 이동 차량을 이용하여 관측을 수행하기도 한다. 최근에는 자동 무인 영상 관측 시스템을 활용한 장기적인 해안선 변화 관측이 많이 이루어지는데 우리나라의 경우에도 부산의 해운대 백사장과 대천 해수욕장에 설치 운용 중에 있다. 인력 투입에 의한 현장 관측의 경우 정확도 면에서는 뛰어나지만 비경제적이며 장기적이고 상시 관측이라는 면에서는 취약하다. 영상에 의한 관측의 경우에도 현재는 2차원적인 정보만을 제공하므로 후빈 지형의 3차원적인 변화 양상이나 모래양의 변화와 같은 정보를 제공하는 데는 어려움이 따른다.

본 연구에서는 2차원 해안 지형 영상에 건물 그림자의 경계선과 같은 정보를 추가함으로써 백사장의 높이에 대한 정보를 산출하는 방법을 사진 측정학(photogrammetry)에 근거하여 소개한다.

### 2. 이 론

Holman *et al.*(1991)과 Plant and Holman (1997)

1 군산대학교 해양산업공학과 석사과정

2 군산대학교 해양응용공학부 해양시스템공학과 교수

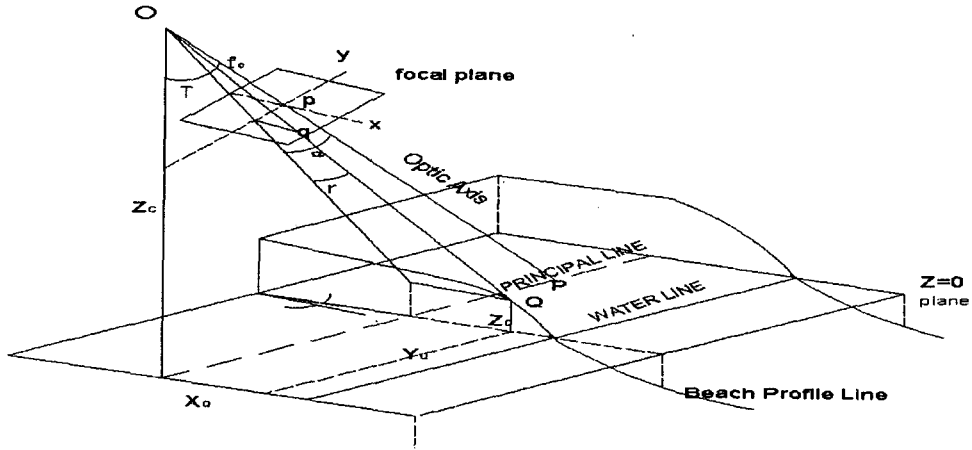


Fig. 1 Basic geometry of video imagery of beach scenes

등은 사진 측정학의 원리를 적용하여 해안 지형 영상에 백사장을 횡단하는 뚜렷한 하나의 선과 같은 정보를 추가하여 2차원 영상에서 선(survey line)에 대한 3차원 수직정보를 추정하는 방법을 제안하였다. 이 같은 방법을 통하여 장기간에 걸쳐 획득한 영상에서 3차원 지형 좌표를 구해줌으로써 해안지형 변화에 대한 보다 더 많은 정보의 획득이 가능토록 하는 것이다. 그러나 이를 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 영상에 직선이라는 뚜렷한 선의 정보가 추가로 관측 제공되어야 한다. 2차원 영상에 나타난 선으로부터 선에 대한 수직적인 높이 정보를 구하는 방법은 아래와 같다.

2차원 영상에서 3차원 정보를 추출하기 위해서는 선(survey line)이라는 추가적인 하나의 정보를 제공 해 주어야 한다. 카메라 영상의 중앙(p)를 통과하는 현장의 지점(P)을 알고 있을 때 영상에서 임의의 한 지점 (q)에 대한 현장의 지점(Q)의 좌표 값을 구할 수 있다. 이를 위해서 Fig. 1 에서와 같이 기준면에 대하여  $Z_c$ 의 높이에 비디오키메라를 설치하고 수직에 대하여  $\tau$ 만큼 경사진 방향으로 촬영하여 2차원 영상을 획득한다 (Lippman and Holman, 1989). 영상에서의 임의의 지점(q)에 대한 현장의 지점(Q)의 좌

표는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$X_Q = (Z_c - Z) \sec(\tau + \alpha) \tan(\gamma)$$

$$Y_Q = (Z_c - Z) \tan(\tau + \alpha)$$

이때 보다 좋은 영상을 얻기 위해서 비디오키메라를 y축에 대하여  $\phi$ 만큼 회전한다면 다음과 같

이 각  $\alpha$ 와  $\gamma$ 의 관계에 있는 지상좌표( $X, Y, Z$ )와 영상좌표( $x, y$ )를 구할 수가 있다.

$$X = (Z_c - Z) [\sec(\tau + \alpha) \tan \gamma \cos \phi + \tan(\tau + \alpha) \sin \phi] = Z' F_1(\alpha, \gamma)$$

$$Y = (Z_c - Z) [-\sec(\tau + \alpha) \tan \gamma \sin \phi + \tan(\tau + \alpha) \cos \phi] = Z' F_2(\alpha, \gamma)$$

또한 공선관계에 의한 카메라영상과 현장사이의  $\alpha$ 와  $\gamma$ 를 구할 수 있다.

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{y}{f_c} \right), \quad \gamma = \tan^{-1} \left( \frac{x}{\sqrt{y^2 + f_c^2}} \right)$$

여기서  $f_c$ 는 초점거리이고  $x, y$ 는 영상좌표이다.

3차원으로의 변환을 위하여 X축 방향과  $\mu$  각을 이루며 백사장을 횡단하는 선(survey line)을 설치할 경우, 이 선은 다음과 같이 표현된다.

$$Y_L = Y_{0L} + X_L \tan \mu$$

$Y_{0L}$ 은 Y축과 선(survey line)과의 교점이다

이 선의 식을 이용하여 아래와 같은  $X_L$ 과  $Z_L$ 을 구할 수 있고 이것을 이용하여  $Y_L$ 을 구한다.

$$X'_L = Y_{0L} \left( \frac{F_2(\alpha_L, \gamma_L)}{F_1(\alpha_L, \gamma_L)} - \tan \mu \right)^{-1}$$

$$Z'_L = Z_c - \frac{X_L}{F_1(\alpha_L, \gamma_L)}$$

여기에서

$$F_1(\alpha_L, \gamma_L) = \sec(\tau + \alpha_L) \tan \gamma_L \cos \phi$$

$$+ \tan(\tau + \alpha_L) \sin \phi$$

$$F_2(\alpha_L, \gamma_L) = -\sec(\tau + \alpha_L) \tan \gamma_L \sin \phi$$

$$+ \tan(\tau + \alpha_L) \cos \phi$$

이며,  $\alpha_L, \gamma_L$ 은 선(survey line)의 영상좌표이며 이것으로부터 현장의 3차원 지상좌표를 구할 수가 있다.

### 3. 적용 실험

2차원 영상으로부터 3차원 지형정보를 추출하기 위해서는 2차원 영상 내에 백사장을 횡단하는 선(survey line)이라는 추가정보가 필요하다. 이를 위해서 현장 촬영 시 필요에 따라 소방호스, 굵은 밧줄 등을 설치 영상에 나타나도록 하여야 한다. 이를 위해서 밤에는 레이저 빔 등의 활용도 제안되고 있으며 주변에 높은 건물이 있는 경우 이들의 그림자 경계선을 이용하는 것도 좋은 방법이다. 특히 백사장의 정확한 3차원 지형 정보를 획득하기 위해서는 많은 수의 선 정보가 필요한데 이를 앞서 언급한 호스나 밧줄을 이용하는 것은 일반적인 현장관측과 같은 인력과 노력을 필요로 하므로 비효율적이다. 또한 밤에 레이저 빔을 활용하는 것은 효과적인 방법이나 이 또한 비효율적이다. 반면에 그림자를 이용한 방법은 선의 설치의 번거로움이 없고 현장의 환경에 따라 상당히 효율적일 수 있다. Fig. 2는 해운대 백사장을 촬영한 영상에 나타난 호텔 빌딩의 그림자로서 경계선은 3차원 정보 추출을 위한 관측선의 역할을 할 수 있다. 더욱이 그림자의 위치가 시간에 따라 계속 변하고 또한 계절과 구름의 양에 따라 차이는 있지만 매일 일정한 부분에 대한 그림자 정보를 제공하므로 그 부분에 대한 3차원 정보를 제공할 수 있다. 이러한 그림자는 비디오 모니터링을 이용한 해안선 변화 분석에 있어서 영상에서의 해안선의 자동 추출에 장애 요소이나 이를 적극적으로 활용함으로써 백사장의 추가적인 정보를 획득할 수 있는 것이다.

본 연구에서는 그동안 부산 해운대의 조선 비치 호텔 옥상에서 관측된 영상 중에서 그림자가 나타난 영상들을 이용하여 앞서 제안된 방법들의 효용성을 검토하여 보았다. 즉 그림자가 나타난 영상에서 영상 처리를 통하여 기준점과 그림자의 2차원 좌표를 구한 후, MATLAB 프로그램을 이용하여 3차원 지형좌표로 변환하였다. 그리고 영상에서 추출한 3차원 정보를 현장에서 관측한 값과 비교하였다.

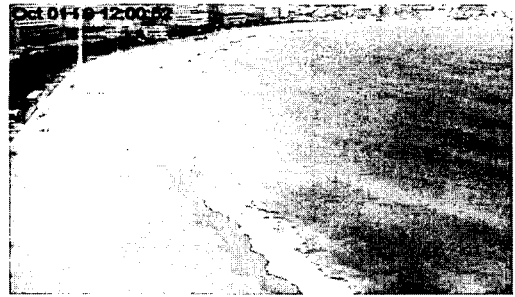


Fig. 2 An example image with shadow of buildings

### 참고문헌

- Holman, R.A., T.C.Lippmann, P.V. O'neill and K. Hathaway (1991). Video estimation of subaerial beach profiles. *Marine Geology*, 97: 225-231
- Plant, N.G. and R.A. Holman (1997). Intertidal beach profile estimation using video images. *Marine Geology*, 140: 1-24
- Lippmann, T.C. and R.A. Holman (1989). Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation. *J. Geophys. Res.*, 94: 995-1011