

# 항공 라이다 데이터로부터 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법<sup>1)</sup>

성철웅\*, 이성규, 박창후, 이호준, 김유성  
인하대학교 정보통신공학과  
e-mail:sung333@yahoo.co.kr

## A Topographical Classification Method with Variable Decision Window from Airborne LiDAR

Chulwoong Sung\*, Sung Gyu Lee, Chang Hoo Park, Ho Jun Lee, Yoo-Sung Kim  
Dept. of Information & Communication Engineering, Inha University

### 요 약

본 논문에서는 항공 라이다 데이터로부터 지형의 유형을 분류하는 과정에서 지형적 특성에 따라 분류에 사용하는 판정 윈도우의 크기를 가변적으로 조정하여 적용시키는 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법을 제안하였다. 또한 실험을 통하여 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 시간효율과 정확도를 분석하였다. 실험 결과에 따르면 제안된 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법은 지형 분류에 사용되는 판정 윈도우의 개수를 줄여 지형 분류의 속도를 향상시켰기 때문에 빠른 분류 속도가 필요한 재해 피해 현황을 파악하기 위한 시스템에 적용 할 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

최근 항공 라이다 데이터를 이용하여 산불, 산사태, 홍수 등으로 인한 피해현황을 파악하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다[1]. 이러한 재해에 의한 피해현황을 신속하게 파악하고 대처하기 위해서는 항공 라이다 데이터를 이용하여 지형의 유형을 빠르게 분류하는 것이 중요하다. 항공 라이다 시스템은 저비용으로 측량 지점의 x, y, z 좌표뿐만 아니라, 목표물에서 반사되는 레이저의 반사 정도에 대한 정보를 높은 정확도로 얻을 수 있어 지형분류의 목적으로 널리 이용하려고 하고 있다. 그러나 이런 항공 라이다 시스템의 측량 장비의 발전에 따라 대량의 항공 라이다 데이터를 얻게 되기 때문에 지형의 유형 구분 및 구조물 인식을 위해 소요되는 연산량도 점차 증가하는 추세이다[1].

항공 라이다 데이터로부터 지형의 유형 구분 및 구조물 인식을 위한 방법들로 각각의 점 데이터들의 인접성, 기울기 등을 이용하는 점 기반 방법[2,3]과 점 데이터들로부터 패치를 생성하여 같은 유형끼리 클러스터링 하는 방법[4,5]을 들 수 있다. 그러나 이런 기존의 지형 유형을 구분하는 방법들은 모든 점 데이터들을 중복하여 이용하기 때문에 시간적 비효율성을 가지고 있다.

따라서 최근 점들의 중복 연산을 피하기 위하여 특정한 크기의 셀이나 타일과 같은 고정 윈도우를 이용한 지형분류 방법들이 연구되고 있다[6,7]. 그러나 이러한 고정 윈도우를 이용한 지형 분류 방법들은 분류에 사용하는 고정

윈도우 한 변의 길이가 사전에 정해지기 때문에 상황에 따라 비효율성을 나타낼 수 있다. 예를 들어 산이나 호수와 같이 동일한 유형의 지형이 넓게 분포되어 있는 경우에는 작은 판정 윈도우 크기보다 큰 판정 윈도우 크기로 지형을 분류하는 것이 분류에 사용되는 판정 윈도우 개수를 줄일 수 있기 때문에 유리하다. 반면, 도심지역과 같이 다른 유형의 지형들이 섞여 있는 경우, 큰 판정 윈도우 크기로 분류를 하면 상세하게 지형 분류가 이루어 지지 않기 때문에 작은 판정 윈도우로 분류를 하는 것이 정확도를 높일 수 있어 유리하다. 따라서 고정 윈도우를 이용한 지형 분류 방법들에서는 지형적 특성에 따라 판정 윈도우 크기를 효율적으로 결정하지 못하는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 지형적 특성에 따라 분류에 사용하는 판정 윈도우 크기가 달라지는 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법을 제안한다. 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법은 동일한 지형이 반복될 경우에는 판정 윈도우의 크기를 확장하고 서로 다른 지형이 섞여 있는 경우에는 판정 윈도우의 크기를 줄이는 방법으로 가변적인 판정 윈도우를 분류에 적용하여 사용한다. 이와 같은 방법은 숲이나 호수와 같이 동일한 유형의 지형이 넓게 분포 되어 있는 경우에는 큰 판정 윈도우를 사용하여 분류에 사용되는 판정 윈도우 개수를 줄일 수 있고 도심지역과 같이 다른 유형의 지형들이 섞여있는 경우에는 작은 판정 윈도우를 이용하여 분류의 정확도를 유지한다. 따라서 고정 윈도우를 이용한 지형 분류 방법의 정확도를 유지하면서 분류에 사용되는 판정 윈도우의 개수를 줄이기 때문에 분류에 소요되는 시간을 단축 할 수 있다. 또한

1) 본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 지능형 국토정보기술혁신사업과제의 연구비 지원(07국토정보 C03)에 의해 수행되었습니다.

판정 윈도우 크기에 상관없이 동일한 연산량을 유지 하도록 판정 윈도우 내 점 데이터들을 샘플링하였다. 본 논문에서 사용한 샘플링 방법은 가장 작은 판정 윈도우인 단위 윈도우를 기준으로 평균 점 데이터 개수를 계산한 후, 단위 윈도우보다 큰 판정 윈도우의 점 데이터를 [7]에서 사용한 방법과 같이 추가적인 연산소요가 없는 무작위 샘플링(random sampling)을 적용한다. 따라서 샘플링을 통해 분류에 사용하는 점 데이터를 줄일 수 있기 때문에 추가적인 소요시간 감소가 가능하다. 본 논문에서는 제안된 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 시간 효율과 정확도를 측정하기 위하여 고정 윈도우로만 지형 분류한 경우와 비교하여 가변형 판정 윈도우의 효율성을 확인 할 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존 지형 분류 연구들에 대한 소개와 문제점을 정리하고 3절에서는 지형 분류의 효율성 증진을 위해 가변형 판정 윈도우를 이용하는 지형 분류 기법을 제안한다. 4절에서는 제안된 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 시간 효율과 일치율 평가를 위한 실험결과를 설명하며 5절에서는 결론 및 향후 연구를 소개한다.

## 2. 관련 연구

항공 라이다 데이터로부터 얻을 수 있는 위치 좌표  $x, y, z$  값과 레이저의 반사강도 정보는 지형의 유형 및 구조물을 인식하는데 유용하게 사용 될 수 있다. 이런 항공 라이다의 측량 데이터를 기준으로 지형의 유형을 분류하는 방법으로 점 기반 분류 방법과 패치를 이용하는 클러스터링 방법, 셀 혹은 타일 기반으로 지형을 분류하는 고정 윈도우 방법으로 나눌 수 있다.

점 기반 분류 방법의 경우[2,3]는 각 측량 점들에 대해서 인접한 주변 점들과의 사행도, 이방성 등의 특징들을 이용하여 점 단위 분류를 시도한다. 그러나 이러한 점 기반 분류 방법들은 각 점 사이의 인접성을 정의하기 위한 과정에서 점의 개수 혹은 그 제공에 비례하여 계산량이 심각하게 늘어나게 된다[4]. 따라서, 점기반 지형 분류 기법의 문제점인 연산량의 비효율성을 개선하기 위하여 점 데이터 중에서 이웃한 유사 측량점들을 그룹화하고 분할하여 군집을 생성하는 클러스터링 방법이 제안되었다[4,5]. 그러나 이러한 클러스터링을 이용한 방법들 역시 초기 패치를 형성하는 과정에서 연산량 측면의 비효율성을 보인다[7]. 지형 분류의 효율성을 증진하기 위하여 최근에는 셀 혹은 타일단위의 고정 윈도우를 이용하여 분류하는 연구들이 제안되었다. [6]은 라이다 데이터를 이용하여 전체의 지형을 각각  $5m \times 5m$ ,  $10m \times 10m$ ,  $20m \times 20m$ 의 고정된 크기로 분할하고 각각의 타일에 포함된 점들의 높이와 반사값 등과 관련된 특징정보들을 계산하여 정확도를 비교하였다. 비교 결과  $10m \times 10m$ 를 고정된 윈도우를 이용하였을 때 97%의 가장 높은 정확도를 갖는 것으로 분석하였다. 또한 [7]은  $10m \times 10m$ 로 전체의 지형을 분할 한 후, 각각

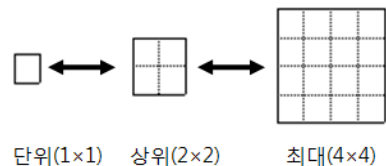
의 윈도우내에 포함되어 있는 점 데이터들 중 40~50%정도를 무작위 선택하여 이용하였을 때 85%의 예측 정확률을 가지며 약 4배 빠르게 지형분류를 할 수 있다고 분석하였다. 그러나 이러한 고정 윈도우를 이용한 방법들은 지형적 특성에 따라 효율적인 판정 윈도우 크기를 결정하지 못하는 문제점이 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 숲이나 호수와 같이 동일한 유형의 지형이 넓게 분포되어 있는 경우에는 큰 판정 윈도우를 사용하여 지형의 유형을 분류하는 것이 분류에 사용되는 판정 윈도우 개수를 줄일 수 있기 때문에 유리하다. 반대로 도심지와 같이 여러 지형이 섞여 있는 경우에는 작은 판정 윈도우를 사용하여 지형의 유형을 분류하는 것이 정확하다.

따라서 본 논문에서는 정확도를 유지하면서도 지형 분류에 사용되는 판정 윈도우의 개수를 줄일 수 있는 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법을 제안하였다.

## 3. 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법

본 연구에서 활용한 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법은 지형적 특성에 따라 분류에 사용하는 판정 윈도우의 크기를 가변적으로 적용시킨다. 예를 들어 숲이나 호수와 같이 동일한 유형의 지형이 넓게 분포되어 있는 경우에는 분류에 사용되는 판정 윈도우의 개수를 줄이기 위하여 큰 판정 윈도우를 이용하여 지형의 유형을 분류한다. 또한, 도심지와 같이 여러 지형이 섞여있는 경우에는 정확도를 유지하기 위하여 작은 판정 윈도우를 이용하여 지형의 유형을 분류한다.

지형적 특성에 따라 판정 윈도우의 크기는 (그림 1)과 같이 변화하게 된다.



(그림 1) 윈도우 크기 변화

만일 현재 분류하려는 윈도우가  $2^i \times 2^i$ 의 크기의 하나의 동일한 유형으로 이루어진 단순 지형일 경우에는 현재의 판정 윈도우로 지형의 유형을 분류하고 서로 다른 영역이 섞인 복합 지형일 경우에는 현재 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의  $2^{i-1} \times 2^{i-1}$  크기의 판정 윈도우로 분할하여 다시 분류를 시도한다. 또한 4개의 동일한 크기의 판정 윈도우의 지형 분류 결과가 같을 경우에는 판정 윈도우의 크기를  $2^{i+1} \times 2^{i+1}$ 의 크기로 확장하여 이후의 지형에 대해서 분류를 시도한다. 이때, 지형 분류를 위한 특징값 계산을 할 때 윈도우 내의 모든 점 데이터를 이용하지 않고 추가적인 연산 소요가 없는 무작위 샘플링을 적용한다. 이와 같이 가변적인 판정 윈도우와 샘플링을 이용하면 지형 분류하는 횟수를 줄이고, 계산에 사용되는 점 데이터를 줄일 수 있기 때문에 지형 분류에 소요되는 시간을 절약 할 수 있다.

본 연구에서 사용한 판정 윈도우의 크기는 단위 윈도우 (unit window), 상위 윈도우(superordinate window), 최대 윈도우(maximum window)크기로 구분 할 수 있으며, 이는 [6]에서 사용한 윈도우의 크기에 따라 단위 윈도우를 5m×5m로 선정하였고, 상위 윈도우는 10m×10m, 최대 윈도우는 20m×20m로 선정하였다. 이들 윈도우를 이용해 (그림 2)~(그림 5)의 알고리즘을 적용해 전체 지형의 왼쪽 위에서부터 오른쪽 방향으로 차례대로 최대 윈도우 크기의 영역에 대해서 순차적으로 지형의 유형을 분류한다.

```

알고리즘 ExtendibleWindowClassification
1 WS = 단위 윈도우 한 변의 길이; // 현재 윈도우 단계, 전역변수
2 //전체 지형에 대한 좌표의 초기값 설정
3 Start_X = 전체 지형의 가장 왼쪽 X포인트 좌표;
4 Start_Y = 전체 지형의 가장 위 Y포인트 좌표;
5 End_X = 전체 지형의 가장 오른쪽 X포인트 좌표;
6 End_Y = 전체 지형의 가장 밑 Y포인트 좌표;
7 //전체 지형에 대한 단위 윈도우 개수
8 Row = (End_Y - Start_Y) / WS;
9 Column = (End_X - Start_X) / WS;
10 //연산하려는 최대 윈도우에 대한 좌표의 초기값 설정
11 Left-top_X = Start_X;
12 Left-top_Y = Start_Y;
13 Right-bottom_X = Left-top_X + (WS × 4);
14 Right-bottom_Y = Left-top_Y + (WS × 4);
15 CR[Row][Column]; // 지형 분류 결과를 저장하는 행렬
16 while (Right-bottom_Y ≤ End_Y) {
17     while (Right-bottom_X ≤ End_X) {
18         if (WS == 단위 윈도우 한 변의 길이)
19             CRRecurWS1(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
20         else if (WS == 단위 윈도우 한 변의 길이 × 2)
21             CRRecurWS2(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
22         else
23             CRRecurWS4(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
24         Left-top_X = Left-top_X + (단위 윈도우 한 변의 길이 × 4);
25         Right-bottom_X = Right-bottom_X + (단위 윈도우 한 변의 길이 × 4);
26     }
27     Left-top_Y = Min_Y;
28     Right-bottom_Y = Min_Y + (WS × 4);
29     Left-top_Y = Left-top_Y + (WS × 4);
30     Right-bottom_Y = Right-bottom_Y + (WS × 4);
31 }
END ExtendibleWindowClassification
    
```

(그림 2) 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법

```

알고리즘 CRRecurWS1(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y)
1 최대 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의 상위 윈도우로 분할;
2 for (1부터 4까지 상위 윈도우) {
3     if (현재 상위 윈도우 분류 완료 = FALSE) {
4         현재 상위 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의 단위윈도우로 분할;
5         for (1부터 4까지 단위윈도우) {
6             단위 윈도우 내의 전체 점 데이터들을 이용하여 특징 값 계산;
7             지형 분류기로 현재 단위 윈도우의 지형 클래스 분류;
8         }
9         if (1부터 4까지 단위윈도우가 동일 지형 = TRUE) { }
10        WS = WS×2;
11        CRRecurWS2(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
12    }
13 }
END CRRecurWS1
    
```

(그림 3) 판정 윈도우 크기가 단위 윈도우와 같은 경우

```

알고리즘 CRRecurWS2(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y)
1 최대 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의 상위 윈도우로 분할;
2 for (1부터 4까지 상위 윈도우) {
3     if (현재 상위 윈도우 분류 완료 = FALSE) {
4         샘플링을 적용하여 점 데이터들을 선정하여 특징 값 계산;
5         지형 분류기로 현재 상위 윈도우의 지형 클래스 분류;
6         if (현재 상위 윈도우 = 단순지형) // 현재 상위 윈도우가 단순지형일 경우
7             현재 상위 윈도우를 분석된 단순지형으로 결정;
8         else { //현재 상위 윈도우가 복합지형일 경우
9             WS = WS/2;
10            CRRecurWS1(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
11        }
12    }
13 }
14 If (1부터 4까지 모든 상위윈도우가 동일 지형 = TRUE)
15     WS = WS×2;
END CRRecurWS2
    
```

(그림 4) 판정 윈도우 크기가 상위 윈도우와 같은 경우

```

알고리즘 CRRecurWS4(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y)
1 샘플링을 적용하여 점 데이터들을 선정하여 특징 값 계산;
2 지형 분류기로 최대 윈도우의 지형 클래스 분류;
3 if (최대 윈도우 = 단순지형) // 최대 윈도우가 단순지형일 경우
4     최대 윈도우를 분석된 단순지형으로 결정;
5 else { //최대 윈도우가 복합지형일 경우
6     WS = WS/2;
7     CRRecurWS2(Left-top_X, Left-top_Y, Right-bottom_X, Right-bottom_Y);
8 }
END CRRecurWS4
    
```

(그림 5) 판정 윈도우 크기가 최대 윈도우와 같은 경우

(그림 2)를 보면 최대 윈도우 크기의 영역에 대해서 순차적으로 지형의 유형을 분류 할 때, 처음 분류에 사용하는 판정 윈도우는 이전의 분류 과정의 결과에 따라 단위 윈도우, 상위 윈도우, 최대 윈도우 크기를 사용한다. 만약 판정 윈도우의 크기가 단위 윈도우와 같은 경우에는 (그림 3)과 같이 최대 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의 상위 윈도우로 분할한다. 그 후 1사분면부터 4사분면까지를 반복적으로 수행하며 해당 상위 윈도우가 지형 분류가 되지 않았을 경우, 다시 단위 윈도우 크기로 분할하여 점 데이터들의 특징값을 계산하고 지형의 유형을 분류한다. 그 후 해당 사분면의 각 단위 윈도우의 크기가 동일 할 경우, 판정 윈도우의 크기를 2배로 확장하여 (그림 4)를 이용해 나머지 영역에 대해서 분류한다.

판정 윈도우의 크기가 상위 윈도우와 같은 경우에는 (그림 4)와 같이 최대 윈도우의 중심점을 기준으로 4개의 상위 윈도우로 분할한다. 그 후 1사분면부터 4사분면까지 반복적으로 수행하며 해당 상위 윈도우가 동일한 유형의 지형으로 이루어져있는 단순지형인지 서로 다른 영역으로 되어있는 복합지형인지 판단을 한다. 단순지형일 경우, 현재 상위 윈도우에 대한 지형 분류를 완료하고 복합지형일 경우, 판정 윈도우의 크기를 단위 윈도우로 축소 한 후 (그림 3)을 이용해 다시 분류를 시도한다. 1사분면부터 4사분면까지 분류가 완료되면 최대 윈도우 내의 모든 영역이 동일한 유형인지 판단한다. 동일한 유형일 경우, 판정 윈도우의 크기를 최대 윈도우로 확장한다.

마지막으로 판정 윈도우의 크기가 최대 윈도우와 같은 경우에는 현재 최대 윈도우가 동일한 유형의 지형으로 이루어져있는 단순지형인지 서로 다른 영역으로 되어있는 복합지형인지 판단을 한다. 단순 지형일 경우, 현재 최대 윈도우의 지형 분류를 완료하고 복합지형일 경우, 판정 윈도우의 크기를 상위 윈도우로 축소 한 후 (그림 4)를 이용해 다시 분류를 시도한다.

이와 같은 방법으로 전체 지형을 분류하면 고정 윈도우를 이용하여 지형 분류를 하는 경우보다 평균적으로 큰 윈도우를 사용하여 분류를 하기 때문에 지형 분류 하는 횟수를 줄여 소요시간을 감소 할 수 있다.

#### 4. 성능 평가 및 분석

본 절에서는 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 효과를 분석하기 위하여 고정 윈도우로만 지형 분류한 경우와 비교하여 소요시간과 일치율을 실험하였다. 본 연구에서는 전라남도 장성지역을 2008년 11월에

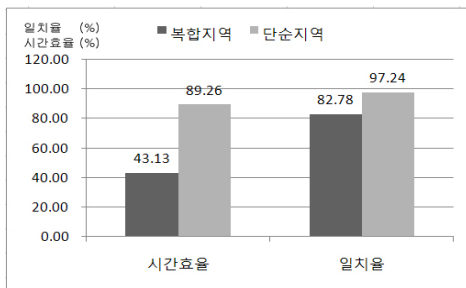
ALTM Gemini 167을 이용하여 점밀도 3~4점/m<sup>2</sup>으로 촬영한 데이터를 이용하여 수목, 도로, 초지, 건물 등 다양한 지형으로 복잡하게 구성되어 있는 0.2 km<sup>2</sup> 넓이의 10곳과 숲이나 초지, 숲이나 도로만으로 단순하게 구성되어 있는 0.2 km<sup>2</sup> 넓이의 10곳을 실험 데이터로 선정하였다. 또한 펜티엄 3.0GHz의 CPU와 2.0GB의 RAM을 사용하며 Windows XP기반인 컴퓨터를 이용하여 각각의 지형분류에 소요되는 시간을 측정하고 고정 윈도우를 이용하여 지형 분류를 한 결과와의 일치율을 실험하였다.

가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 시간 효율성은 (식 1)과 같이 고정 윈도우를 이용하여 지형분류를 하는 경우(‘고정 윈도우’)일 때와 가변형 판정 윈도우를 이용하여 지형 분류를 하는 경우(‘가변 윈도우’)에 소요되는 시간을 이용하여 시간효율을 정의하였다.

$$\text{시간효율(\%)} = \frac{\text{고정윈도우소요시간} - \text{가변윈도우소요시간}}{\text{고정윈도우소요시간}} \times 100 \text{ (식 1)}$$

또한, 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법의 정확도를 측정하기 위하여 (식 2)와 같이 정의하였다. 가변형 윈도우를 이용하여 지형 분류 한 결과 중 고정 윈도우를 이용하여 지형 분류한 결과와 같은 유형의 지형으로 분류된 단위윈도우 개수(‘일치 윈도우 개수’)를 이용하여 일치율을 정의하였다.

$$\text{일치율(\%)} = \frac{\text{일치된 단위 윈도우 개수}}{\text{총 단위 윈도우 개수}} \times 100 \text{ (식 2)}$$



(그림 6) 시간 효율 및 일치율 결과

(그림 6)에서 볼 수 있듯이 가변형 윈도우를 이용한 지형 분류 기법으로 지형의 유형을 분류 하였을 때, 고정 윈도우를 이용하여 지형분류를 한 경우 보다 평균 66%정도 빠르게 분류한 것을 알 수 있다. 또한 가변형 윈도우를 이용하였을 경우 고정 윈도우를 이용하여 지형분류를 한 결과와 약 90%의 일치율을 갖는 것을 알 수 있다.

<표 1> 분류에 소요된 평균 판정 윈도우 숫자

판정 윈도우 크기	고정 윈도우	가변형 윈도우
5m×5m	12288	2676
10m×10m		304
20m×20m		500
합계	12288	3480

이는 <표 1>을 보면 알 수 있듯이 0.2km<sup>2</sup>의 지형을 분류할 때, 가변형 윈도우를 이용한 지형 분류 기법이 고정 윈도우만을 이용하여 분류한 경우보다 평균적으로 적은 수의 판정 윈도우를 사용했기 때문이며, 이와 동시에 샘플링을 통해 지형 분류에 계산되는 점 데이터의 수가

줄었기 때문에 시간효율이 좋아진 반면 약간의 정확도가 하락된 것으로 분석되었다.

## 5. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 기존의 고정 윈도우를 이용하여 지형 분류 하는 방법들의 문제점을 제시하고 이를 해결하기 위한 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법을 제안하였다. 기존의 지형 분류 방법들의 비효율성을 개선하기 위하여 지형적 특성에 따라 분류에 사용하는 판정 윈도우의 크기를 가변적으로 적용시켰다.

본 논문에서 제안한 가변형 판정 윈도우를 이용한 지형 분류 기법은 고정 윈도우를 이용하여 지형의 유형을 분류한 경우와 비교 하였을 때 평균 66%의 빠른 속도로 지형 분류를 하면서도 평균 90%일치율을 유지하여 효율적인 분류가 가능하여 빠른 분류 속도가 필요한 재해 피해 현황을 파악하기 위한 시스템에 적용 할 수 있을 것으로 기대된다.

향후연구로는 판정 윈도우의 크기를 확장해 가는 방법과 축소해 나가는 방법으로 나누어 비교를 하고 정확도를 증진하기 위해 의미있는 점 데이터만을 이용할 수 있는 샘플링 기법을 개발할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] 서용철, 최운수, 허민, “항공 레이저 측량 기초의 응용”, 대한측량협회, 2009.
- [2] Bartels, M. and Wei, H., “Segmentation of LiDAR Data Using Measures of Distribution”, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXX VI(7), 2006, pp. 426-431.
- [3] Filin, S., “Surface Clustering From Airborne Laser Scanning Data”, Proceedings of the Photogrammetric Computer Vision ISPRS Commission III, Symposium 2002 September 9-13, 2002, pp.119-124.
- [4] 이임평, “LiDAR 데이터로부터 지표점 추출을 위한 피쳐 기반 방법”, 대한원격탐사학회지, 제22권 제4호, 2006, pp. 265-274.
- [5] Sampath, A. and Jie, S., “Clustering based Planar Roof Extraction From LiDAR Data”, American Society For Photogrammetry and Remote Sensing Annual Conference, 2006, pp. 1-6.
- [6] 이성규, 이호준, 성철웅, 박창후, 조우석, 김유성, “항공 라이다 데이터로부터 데이터마이닝 도구 WEKA를 이용한 지형 분류기 제작 지원 시스템”, 한국측량학회지, 제28권 제1호, 2010, pp. 133-142.
- [7] 이성규, 성철웅, 박창후, 이호준, 김유성, “항공 라이다 데이터로부터 타일 단위의 샘플링을 이용한 효율적인 지형 분류 기법”, 한국공간정보학회 추계학술대회, 2010, pp. 119-125.